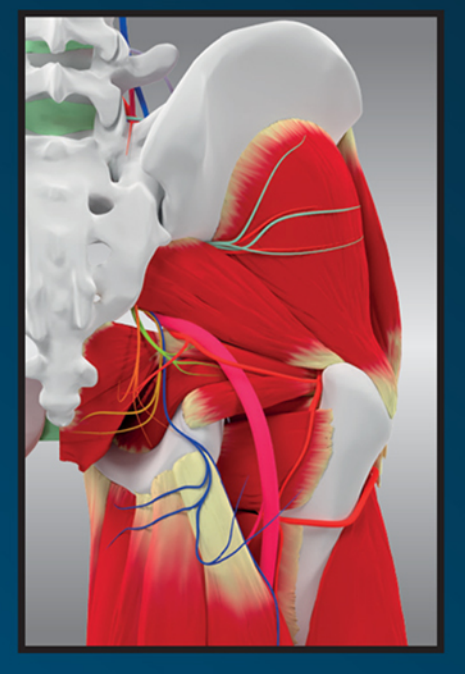
ATLAS D'ANATOMIE DES MEMBRES

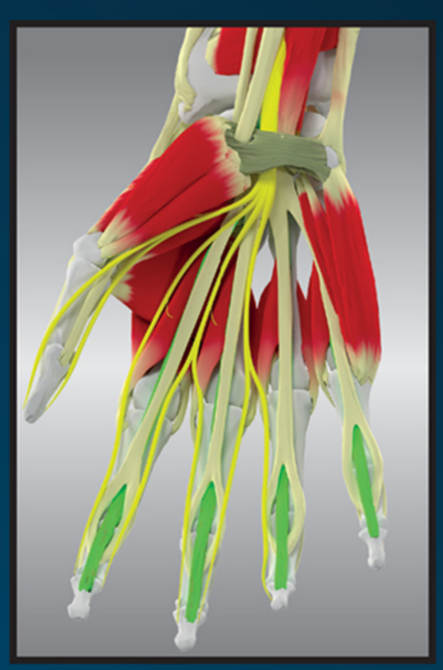
Nerfs périphériques

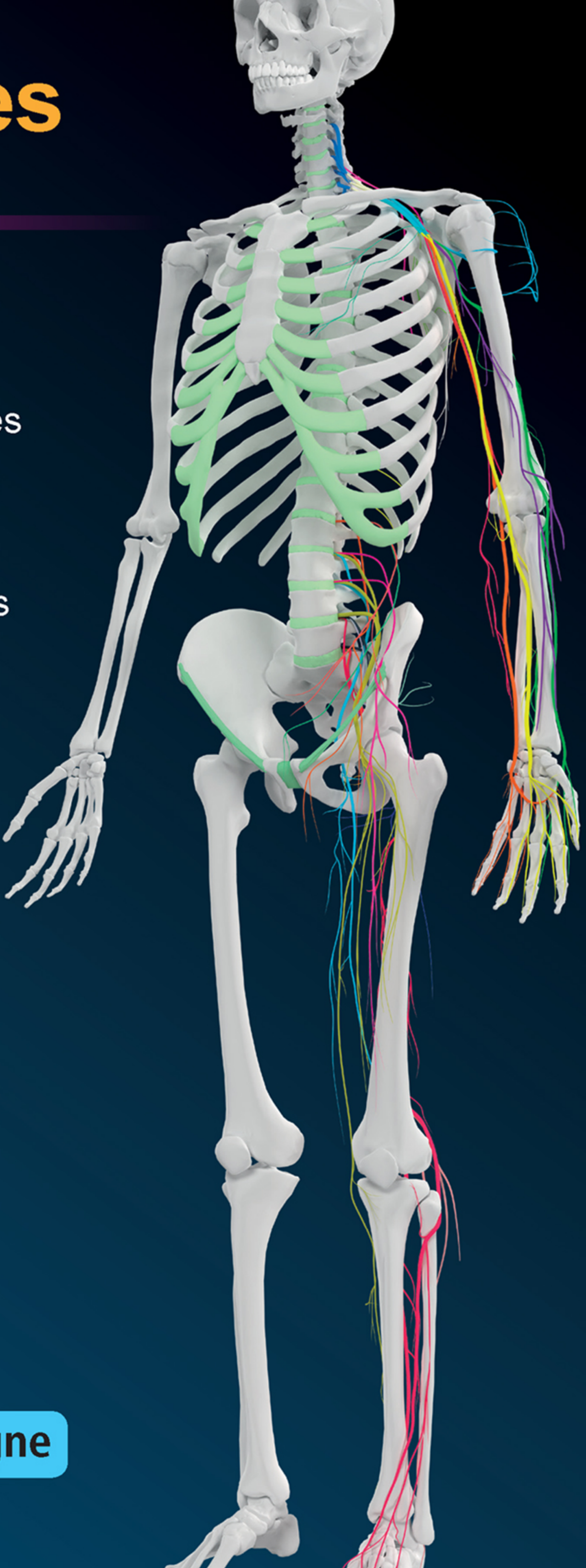
Philippe RIGOARD

- L'ensemble du système nerveux des membres
- Les données morphologiques fondamentales
- Une approche intuitive en 3D de l'anatomie
- 700 planches, vidéos et illustrations détaillées

Préface de Pierre Kamina









eBOOK offert
+ 89 vidéos 3D en ligne

ATLAS D'ANATOMIE

DES MEMBRES

NERFS PÉRIPHÉRIQUES

Chez le même éditeur

Atlas d'anatomie humaine, par F.H. Netter, 6e édition, 2015

Atlas de neurosciences humaines – Netter, par D. Felten, 2011.

Précis d'anatomie clinique en imagerie médicale – Netter, par E.C. Weber et coll., 2009.

Précis d'anatomie clinique de la tête et du cou – Netter, par N.S. Norton et F. Duparc, 2009.

Précis d'anatomie clinique d'orthopédie – Netter, par J.C. Thompson et J. Duparc, 2008.

Mémofiches Anatomie Netter – Tête et cou, par J.T. Hansen, 4e édition, 2015.

Mémofiches Anatomie Netter – Tronc, par J.T. Hansen, 4e édition, 2015.

Mémofiches Anatomie Netter – Membres, par J.T. Hansen, 4e édition, 2015.

Gray's Anatomie pour les étudiants, par R.L. Drake et coll., 3e édition, 2015.

Gray's Fiches d'anatomie, par R.L. Drake et coll., 2015.

Neurophysiologie, par J.-F. Vibert et coll., 2e édition, 2011.

ATLAS D'ANATOMIE

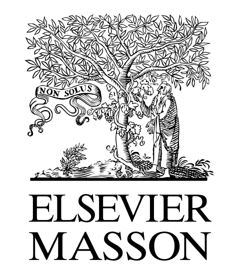
DES MEMBRES

NERFS PÉRIPHÉRIQUES

Philippe Rigoard
(MD, PhD)
Neurochirurgien des Hôpitaux
Professeur des Universités

N^3.Lab : Neuromodulation & Réseaux neuronaux, CHU de Poitiers

N^3.Lab





Site Internet BodyParts3D : http://lifesciencedb.jp/bp3d

ISBN : 978-2-294-74244-6
ISBN numérique : 978-2-294-75252-0

Elsevier Masson SAS, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex
www.elsevier-masson.fr

LISTE DES CONTRIBUTEURS

Éditeur, auteur

Philippe Rigoard
Professeur des universités
Praticien hospitalier
Unité fonctionnelle rachis-neurostimulation-handicap
Service de neurochirurgie
CHU de Poitiers
France

Chef de projet, co-auteur

Romain David
Interne des hôpitaux
Faculté de médecine de l'université de Limoges
Laboratoire N3Lab
CHU de Poitiers
France

Concepteur graphique principal

Kévin Nivole
Ingénieur informatique
Laboratoire N3lab
CHU de Poitiers
France

Co-auteurs

Justine Bardin
Interne des hôpitaux
Faculté de médecine de l'université de Poitiers
France

Paul Roblot
Interne des hôpitaux
Faculté de médecine de l'université de Bordeaux
France

Collaborateurs cliniciens

Jean-Philippe Giot
Chirurgien-plasticien
CHU de Grenoble
France

Line Jacques
Neurochirurgien
Université de Californie
San Francisco (UCSF)
États-Unis

Tanguy Vendeuvre
Chirurgien en orthopédie-traumatologie
Unité fonctionnelle rachis-neurostimulation-handicap
CHU de Poitiers
France

Bénédicte Bouche
Anesthésiste-réanimatrice
Clinique Bretéché de Nantes
France

Eryk Eisenberg
Anesthésiste-réanimateur
Clermont-Ferrand
France

Laurent Soubiron
Anesthésiste-réanimateur
CHU de Poitiers
France

Philippe Denormandie
Chirurgien en orthopédie-traumatologie
Hôpital Raymond-Poincaré
Garches, AP-HP
France

Collaborateurs, chercheurs, développeurs graphiques et informaticiens

Bertille Lorgeoux
Attachée de recherche clinique
Laboratoire N3lab
CHU de Poitiers
France

Tanguy Villemot
Développeur informatique en alternance
Université de Poitiers
France

Farid Guétarni
Responsable data-management et bibliographie
Direction de la recherche
CHU de Poitiers
France

Pascal Blouin
Ingénieur en chef du service informatique
CHU de Poitiers
France

Olivier Monlezun
Praticien attaché
Laboratoire N3lab
CHU de Poitiers
France

Manuel Roulaud
Coordonnateur d’études cliniques
Laboratoire N3lab
CHU de Poitiers
France

Olivier Métais
Infographiste
CHU de Poitiers
France

Maximilien Guislain
Étudiant en master 2 informatique
Université de Poitiers
France

Carole Héritier
Étudiante en master 2 informatique
Université de Poitiers
France

Ophélie Pagerie
Étudiante en médecine
Faculté de médecine de l’université de Poitiers
France

Clarisse Habbouche
Étudiante en médecine
Faculté de médecine de l’université de Poitiers
France

Contributeurs rédactionnels

Nancy Ladmirault
Secrétaire
Laboratoire N3lab
CHU de Poitiers
France

Carole Robert
Secrétaire
Service de radiologie
CHU de Poitiers
France

PRÉFACE

L'*Atlas d'Anatomie des membres* du Professeur Philippe RIGOARD est innovant par sa démarche qui va de l'anatomie à la neurochirurgie, en passant par l'imagerie médicale.

On est au premier coup d'œil, frappé par la riche iconographie contemporaine de cet ouvrage consacré aux nerfs des membres.
En s'appuyant sur les réalités anatomiques, l'auteur fait appel à la technologie informatique pour transmettre les connaissances indispensables aux explorations, aux diagnostics et aux soins médicaux et chirurgicaux.
L'étude de chaque nerf est donc envisagée sous tous ses aspects, embryologique, morphologique, physiologique, médical et chirurgical. Le tout est accompagné de nouvelles acquisitions scientifiques.

Ce travail honore l'auteur et son équipe internationale, tous passionnés d'anatomie, d'informatique et de chirurgie innovante.
Je suis persuadé que les étudiants en formation initiale ou en neurochirurgie tireront un grand profit de ce bel ouvrage didactique consacré aux nerfs périphériques.

Pierre KAMINA
Professeur émérite d'Anatomie
Université de Poitiers

Page blanche

REMERCIEMENTS

À Jean-Philippe GIOT,

pour toutes ces heures passées devant nos ordinateurs à l'époque des balbutiements de cet *Atlas*, à découvrir puis à essayer de nous familiariser avec le logiciel BLENDER, à insuffler une virtualité graphique à mes aquarelles d'Anatomie classique et leur donner vie en 3D dynamique.

À Monique,

pour l'exemple de ténacité et de générosité qu'elle représente pour nous au quotidien, pour l'habileté avec laquelle elle a colorisé certaines figures, de sa main gauche, puis la gentillesse d'avoir relu cet *Atlas*.

À Bénédicte BOUCHE,

véritable artiste de la stimulation, pour sa vision inédite de la stimulation nerveuse périphérique, son génie, son enthousiasme et sa sincérité.

À Line JACQUES,

pour avoir eu la gentillesse de nous fournir certaines photos de vues opératoires, correspondant à plus de vingt ans d'expérience canadienne et américaine dans la réparation des nerfs périphériques.

À Lolita,

pour son soutien professionnel infaillible au quotidien.

À Nancy,

pour sa précieuse collaboration, son amitié et son goût de l'aventure…

Au Pr Françoise LAPIERRE,

sans qui je ne serais jamais devenu un neurochirurgien passionné d'Anatomie, de chirurgie du handicap et des nerfs périphériques. Son accompagnement au quotidien, sa confiance et sa bienveillance, auront réajusté bien des tirs, et m'auront permis de me découvrir. Elle m'a inculqué l'exigence et l'humilité du quotidien. Elle m'a fait comprendre que l'Humour pouvait être une ressource et une forme d'intelligence, valant bien d'autres formes de Savoir. Elle m'a demandé d'aller puiser dans les recoins de l'inattendu, pour m'adapter, grandir ou résister. Enfin, elle m'a donné envie, plus que quiconque, de donner sans compter à d'autres Apprentis chirurgiens ou Anatomistes pour, un jour, s'accomplir à travers ses élèves et réaliser que c'est finalement l'ultime but de l'enseignement : **Partager**.

Au Pr Benoît BATAILLE,

pour la liberté qu'il m'a toujours accordée,

pour son soutien de Mentor.

Au Dr Bertrand LERICHE,

qui m'a dévoilé un peu de son immense talent, m'a appris puis patiemment regardé décomprimer mes premiers canaux carpiens et nerfs fémoro-cutanés, au CH de Saint-Pierre, île de la Réunion, tel un père chirurgical. Que sa bienveillance et sa gentillesse soient ici remerciées.

Au Pr Pierre KAMINA,

qui m'a accueilli à bras ouverts dès mon arrivée à Poitiers en 2000, qui m'a fait confiance d'emblée et m'a proposé d'exprimer ma passion anatomique, dès mon premier semestre d'internat en chirurgie, au sein des amphithéâtres de la faculté de médecine de Poitiers, la craie à la main…

Au Dr Dominique BASTIAN,

mon premier professeur d'anatomie, à la faculté de médecine des Saints-Pères de Paris, un esprit brillant et marginalisé par sa vision d'avant-garde de l'anatomie moderne. Un dessinateur exceptionnel. Un Artiste capable de nous recevoir pendant plusieurs années, plusieurs fois par semaine, dans son bureau surplombant les toits du quartier latin, pour dessiner… Juste dessiner… Que de souvenirs, de planches sur les murs et de tableaux remplis. C'est avec lui que la première étape de vulgarisation du corps humain m'a permis de découvrir à quel point l'Homme peut être considéré si complexe et si simple à la fois… C'est avec lui que la vision d'une structure s'est prolongée dans celle d'un corps animé, lorsqu'il m'a permis de franchir les portes de l'École des Arts Décoratifs des Gobelins ou celles du cours de Morphologie aux Beaux-Arts de Paris.

Au Pr Vincent DELMAS,

pour la confiance qu'il m'a toujours accordée.

Aux Professeurs Jean-Pierre RICHER, Jean-Pierre FAURE, au Docteur Cyril BREQUE et à tout le personnel du laboratoire d'Anatomie de la faculté de médecine de l'université de Poitiers, pour leur formidable accueil. Il a été possible de venir travailler à toute heure, en toutes circonstances, avec en face toujours le sourire et le même professionnalisme. Merci pour votre sincérité et votre complicité. Merci d'avoir toujours été à nos côtés.

Au Pr Rémy GUILLEVIN pour avoir ouvert à mon équipe son service de radiologie, ainsi qu'à l'ensemble des manipulateurs en électroradiologie médicale du CHU de Poitiers, pour leur gentillesse, leur disponibilité et leurs conseils.

À l’équipe du N3 LAB :

Bertille, pour son formidable travail d’assemblage et de minutie, cet Atlas a été un déclic. Elle nous a véritablement bluffés.

Olivier, pour ses talents de management et sa bonne humeur au quotidien

Manuel, pour sa disponibilité sans faille,

Kévin,

Farid

et Tanguy.

À tous les externes de Neurochirurgie, d’Anatomie et de l’Unité Rachis du CHU de Poitiers qui se sont investis dans cet *Atlas* :

Guillaume, Sophie, Eléonore, Enel, Paul, Rémi et Aziz.

Et particulièrement à deux jeunes brillants anatomistes en herbe,

Justine BARDIN et Romain DAVID,

qui ont su trouver la force et le courage de plonger, tels des conquérants, dans cet *Atlas d’anatomie*, en parallèle de leurs études médicales et d’en sublimer les aquarelles, les moindres parcelles, pour en faire un ouvrage contemporain et inédit. Que leur passion « du beau et du bien fait » soit récompensée par une carrière aussi brillante qu’ils le méritent.

Romain, cette aventure t’aura conduit à une révélation et t’aura progressivement propulsé de « second » à « Capitaine de Navire ». J’espère que ce souffle paternel t’emmènera naviguer sur les plus belles mers de l’Anatomie Humaine, pour étancher ta soif de découvertes, pour partir à la quête, à ton tour, de valeureux « seconds » qui mériteront le partage de ta passion et ton inspiration. Tu seras alors récompensé de tous ces sacrifices qui ont fait de toi un merveilleux chef de projet et un compagnon de route sans égal.

Sois-en ici remercié.

À Kévin NIVOLE,

pour son investissement exceptionnel dans la conception graphique et informatique de l'*Atlas*.

Nous avons fait de toi un grand Anatomiste ! Cet *Atlas* te doit beaucoup.

À Farid GUETARNI,

pour son inspiration du quotidien et la symbiose qui nous a permis de déployer tant d'énergie, d'abattre tant de cloisons pour avancer encore et encore.

Aux éditions Elsevier Masson,

pour la confiance qu'ils nous accordent et l'élégance de cette relation. Que cet ouvrage soit le premier d'une belle et longue collaboration.

À ma famille, mes parents, mon frère.

À Nathy et Manoé,

les deux soleils de ma vie, qui illuminent mon regard sur les choses.

Je vous dédie cet *Atlas*, le fruit de tant de labeurs, de tant de compromis, pour qu'il scelle un chapitre, une époque de notre vie, à l'issue desquels tant d'attentes et de rêves, bien loin du travail et des livres, doivent maintenant être assouvis. Merci d'avoir respecté ma passion pendant ces années, et au-delà de tout, d'avoir cru si fort en notre Amour.



Le Jardin suspendu…

Philippe Rigoard,
Nouvelle Calédonie, Décembre 2015

Tableau inspiré des plantes et fleurs tropicales du jardin de Monique & Jean-Pierre Le Leizour. Peinture acrylique, huile, cartons, photographies personnelles, aquarelle, fusains & feutres.

PRÉAMBULE

Approche philosophique d'un jardin anatomique

> « Est-il rien de plus beau qu'un jardin paré d'arbres fruitiers et des plantes odoriférantes au pied desquelles coule une rivière d'eau limpide ? »
>
> Le Relais du Silence, Saintes, Poitou-Charentes, 2014.

Ce jardin enchanteur enivrera nos sens nous offrant sa palette multicolore, il distillera ses aromates en nous rappelant qu'il est la Nature… opposée à l'artificielle élaboration de l'esprit, qu'il est l'ordre opposé au réfléchi, l'inconscient au construit…

Tenter de dénuder la morphologie d'un jardin sans le dénaturer, pour en mesurer la beauté, pour en savourer un peu plus les méandres, les recoins cachés, correspond au challenge de réaliser un atlas d'Anatomie se voulant novateur.

La quête de ce jardin est le voyage anatomique qui vous est proposé dans cet ouvrage. Un voyage au gré d'artères collatérales, de travées musculaires, un voyage au cœur du corps Humain…

L'Anatomie est une science appliquée à la médecine, c'est une discipline vivante, une réalité du quotidien. Dans la manière dont l'Anatomie est enseignée, elle privilégie trop souvent la multiplication des supports, le caractère littéraire et théorique alors que cet enseignement se doit d'être visuel et tactile. Là où l'on parle de courbures et de contre-courbures, il faudrait pouvoir apprendre à les dessiner… à les toucher…

À quoi sert l'Anatomie ?

L'Anatomie, par son approche morphologique, initie d'emblée à la connaissance physiologique, radiologique et même sémiologique. C'est elle qui permet à un jeune étudiant en médecine de commencer à repérer le Normal du Pathologique. Par son approche chirurgicale, elle guidera ensuite le chirurgien en herbe ou confirmé pour mettre en valeur telle ou telle structure ou encore pour réaliser un abord auquel il n'est pas familiarisé. Les bases anatomiques devraient sceller la compétence médicale et aider le (futur) médecin à construire son Savoir de l'Homme.

L'enseignement de l'Anatomie doit rester simple et finalement vulgaire. Le corps Humain est un tableau vivant.

Il doit se focaliser sur la construction progressive d'un GPS* (pour *Global Positioning System*) dans la tête de chacun, et de ce fait, avoir recours aux outils technologiques qui sont à notre disposition aujourd'hui, convertissant la surface en volume, la feuille de papier en couches et en textures.

Ceci nous a conduit à proposer un atlas décliné en trois dimensions et agrémenté de vidéos interactives, à chaque fois que possible.

Cet atlas a été conçu de manière atypique et inédite pour correspondre en quelque sorte à un journal de bord illustré, à image de ce qu'un jeune compagnon peut récolter au fil de sa formation médicale.

Philippe Rigoard

« Le jardin suspendu,
c'est l'idéal perpétuellement poursuivi et fugitif de l'artiste,
c'est le refuge inaccessible et inviolable… »

Jehan Alain, poète, organiste et compositeur (1911-1940)



AVANT-PROPOS

C'est en 2007 que l'idée d'un atlas d'Anatomie des nerfs périphériques a germé dans l'esprit du professeur Philippe RIGOARD, passionné de dessin et d'Anatomie depuis ses débuts.

Initialement constitué d'un recueil de croquis puis d'aquarelles, la technologie informatique l'a ensuite enrichi grâce au Dr Jean-Philippe GIOT, son complice d'internat, et également grâce à une approche originale permise par le logiciel de modélisation 3D « Blender », disponible en freeware.

L'utilisation de cet outil 3D a apporté une dimension nouvelle aux dessins. L'incrustation informatisée des trajets nerveux et vasculaires, en surimpression par rapport aux aquarelles, a d'abord permis de faire ressortir les structures importantes sur les planches anatomiques originales tandis que l'utilisation des transparences et des textures exhaustaient les notions de superficie et de profondeur, au sein des tissus. Le but était alors d'offrir un nouvel éclairage sur des vues d'anatomie classique et opératoire.

Ce guide du « compagnon, apprenti chirurgien » se destinait au départ aux plus jeunes. C'est donc dans le prolongement de cette idée que ces premières aquarelles, revisitées par l'incrustation d'images, ont été publiées en 2009 dans la revue *Neurochirurgie*, pour illustrer les approches chirurgicales les plus courantes des nerfs périphériques.

Dès 2010, de nouvelles énergies fortes ont convergé vers ce projet et les nouveaux collaborateurs recrutés ne se sont pas contentés de l'agrémenter. Ils l'ont revisité et l'ont complètement transformé, lui donnant sa forme actuelle. Ceci a été possible notamment par l'implication de M. Kévin NIVOLE, ingénieur informaticien, juste sorti d'École, et à qui nous devons le partenariat avec l'équipe japonaise du Dr Kousaku OKUBO, que nous remercions ici. Cette collaboration nous a permis l'accès à une base de données morphologiques (*body parts* 3D, *concept label for* FMA*) et son utilisation pour concevoir sur quelques années la matière première d'un véritable atlas en 3D : un morphotype, patiemment retravaillé, structure par structure, texture par texture, courbe après courbe.

Celui-ci contiendra *in fine*, début 2013, des structures osseuses, musculaires et viscérales originales, parfaitement imbriquées et les plus réalistes possibles. L'acharnement passionné de Kévin Nivole aboutira après deux années supplémentaires de labeur, au développement *de novo* des éléments vasculaires et nerveux des membres, ainsi qu'à un ultime raffinement des textures de l'ensemble des structures utilisées : os, tendons, muscles, etc. Nous nous mettons alors à parler en équipe de reflets, de rugosité, de limpidité, de

brillance, d'élasticité et même de luisance. Les interactions fleurissent, le langage change et les rendus se révèlent de plus en plus surprenants.

C'est ainsi que le passage à la 3D a pu s'effectuer pour aboutir à de véritables vues tridimensionnelles puis, grâce au mode vidéo, nous sommes passés des trois plans de l'espace à quatre plans dynamiques dans l'espace-temps.

Découlant du développement de cet outil, un champ incroyable de possibilités s'est offert à l'équipe, l'environnement 3D nous permettant de tester de nouvelles vues à l'infini, de nouveaux angles d'attaque pour les prises de vues. Il nous a progressivement dévoilé les nerfs de manière inédite et a imprimé dans nos esprits leurs rapports intimes avec les structures adjacentes dans leurs moindres détails.

C'est cet engouement que nous avons souhaité partager avec le lecteur et c'est la raison pour laquelle l'illustration a progressivement pris une place centrale dans cet Atlas, en minorant l'importance des descriptions par son impact visuel propre. Chaque planche illustrée est ainsi elle-même composée de plusieurs figures et créée dans le souci de pouvoir être lue de manière totalement indépendante, en se passant presque du recours au texte. Dans un second temps, nous avons finalement décidé de relier ces planches à de l'écrit, mais sous la forme de doubles pages en pleine correspondance, par souci d'exhaustivité et pour nourrir le lecteur aguerri. Une forme de dissection « plan par plan » a souvent été la règle dans la présentation des structures anatomiques ; toutefois, l'utilisation des transparences a favorisé leur découverte par couches appelées « nappes musculaires ou vasculo-nerveuses ».

L'idée directrice a été d'appréhender l'espace autrement.

Une fois la matière première et secondaire pleinement aboutie, la création de vidéos, puissants outils pédagogiques réalisés à partir de ce modèle 3D, nous est apparue comme une évidence.

Nous avons essayé de travailler à la manière d'un film : *storyboards*, mise en place de caméras, travail d'éclairage des scènes, des textures, des transparences, travelling, rendus pleine résolution, montage, post-production. La vidéo apporte ici une nouvelle dynamique, une nouvelle dimension dans la compréhension anatomique, permettant de guider le lecteur, devenu spectateur voire acteur (en jouant avec sa souris ou ses doigts directement sur l'écran), au travers d'un voyage dans le corps humain et selon un schéma optimisé de découverte de tel ou tel nerf.

L'étudiant, fervent partisan de l'apprentissage « par cœur », parfois victime d'une « sur-éducation » inadaptée, pourra dès lors construire sa propre vision dans l'espace, clé de voûte de la compréhension anatomique. L'anatomiste passionné et déjà confirmé, se permettra, quant à lui, de se recaler, de flâner et d'affiner ses connaissances. C'est pour cela que l'on parle d'un véritable GPS dans le préambule philosophique de cet ouvrage.

Pour conclure ce survol, cet outil anatomique est un produit du temps, en constante évolution. Ainsi, le lecteur ne sera pas surpris par la diversité des supports, leur enchaînement et leur combinaison. Nous souhaitons que cet *Atlas* devienne un complément adapté pour l'étudiant tout comme le professionnel souhaitant se plonger ou se replonger dans le paysage des nerfs périphériques, comme pour s'y abandonner ou mieux s'y retrouver.

Nous vous souhaitons un excellent voyage Anatomique !

Romain David, Chef de Projet, Co-Auteur

* Licence BodyParts3D : http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.1/jp

Site BodyParts3D : http://lifesciencedb.jp/bp3d

Page blanche

ABRÉVIATIONS
ET CODE DE COLORISATION DES NERFS

Membre supérieur	Nerf axillaire	Ax
	Nerf musculo-cutané	MC
	Nerf radial	R
	Nerf médian	M
	Nerf ulnaire	U
	Nerf supra-scapulaire	SSc
	Nerf thoracique long	TL

Membre inférieur	Nerf obturateur	O
	Nerf fémoral	F
	Nerf sciatique	Sc
	Nerf tibial	T
	Nerf fibulaire	Fi
	Nerf cutané latéral de la cuisse	CLc
	Nerfs ilio-hypogastrique et ilio-inguinal	IH & II

Page blanche

TABLE DES MATIÈRES

II MEMBRE SUPÉRIEUR

I

BASES FONDAMENTALES

De l'immunohistochimie… à l'innervation des membres

Organisation générale du nerf périphérique

Le nerf périphérique est le « câble » de passage des axones des neurones moteurs, sensitifs et végétatifs, appartenant au système nerveux périphérique. Il véhicule l'information entre ces neurones et leurs effecteurs et ce, dans les deux sens (récepteurs sensitifs, muscles squelettiques et viscères). Les afférences vers la périphérie correspondent aux contingents moteur et autonome du nerf tandis que les efférences, issues de la périphérie et chargées de faire remonter une information au système nerveux central, correspondent au contingent sensitif du nerf. L'information est transmise sous la forme d'influx nerveux dont les propriétés dépendent entre autres des caractéristiques intrinsèques du nerf lui-même.

À l'état adulte, les fibres nerveuses, constituées d'axones et des cellules de Schwann qui y sont associées, sont regroupées en fascicules, engainés par le périnèvre. Ce dernier est constitué de couches de cellules périneurales, d'origine fibroblastique, séparées par des faisceaux de collagène et liées entre elles par des jonctions serrées. Les fibres nerveuses sont associées aux cellules de Schwann, seules cellules gliales du système nerveux périphérique. Celles-ci jouent un rôle primordial dans la maintenance axonale, la myélinisation et les processus de régénération. Les fascicules nerveux sont contenus dans un tissu conjonctif aréolaire appelé épinèvre contenant des fibroblastes, du collagène et de la graisse, en proportions variables. Cette enveloppe participe à la fixation et au glissement du nerf au sein des structures environnantes. Elle contient le réseau lymphatique et vasculaire (*vasa nervorum)* qui traverse le périnèvre pour communiquer avec le réseau d'artérioles et veinules de l'endonèvre. L'épinèvre constitue 30 à 70 % de la surface totale de section d'un tronc nerveux (Figure 1).

Un nerf peut être constitué d'un à une centaine de fascicules dont le nombre et la distribution sont constamment variables, grâce à un grand nombre d'échanges de rameaux anastomotiques. De même, à un niveau macroscopique, les anastomoses entre nerfs différents sont fréquentes, par exemple entre les nerfs ulnaire et médian (anastomose de Martin-Grüber) (Figure 2).

Il possède un certain degré de résistance à l'étirement, assuré par le double jeu de l'architecture « ondulante » des fascicules et des fibres nerveuses qu'il contient (Figure 3), mais également grâce à l'élasticité du périnèvre. L'homéostasie de ce micro-environnement est obtenue et maintenue par un système vasculaire complexe et par la barrière active que constitue le périnèvre. On retrouve, comme dans le système nerveux central, une véritable barrière hémato-nerveuse dont l'étanchéité est liée aux propriétés du périnèvre et à la présence de jonctions serrées (*zonula occludens*) entre les cellules endothéliales capillaires pénétrant dans l'endonèvre et les cellules du périnèvre.

1. Fascicule nerveux
2. *Vasa nervorum* : artériole
3. *Vasa nervorum* : veinule
4. Épinèvre
5. Périnèvre
6. Fibre nerveuse
7. Capillaire

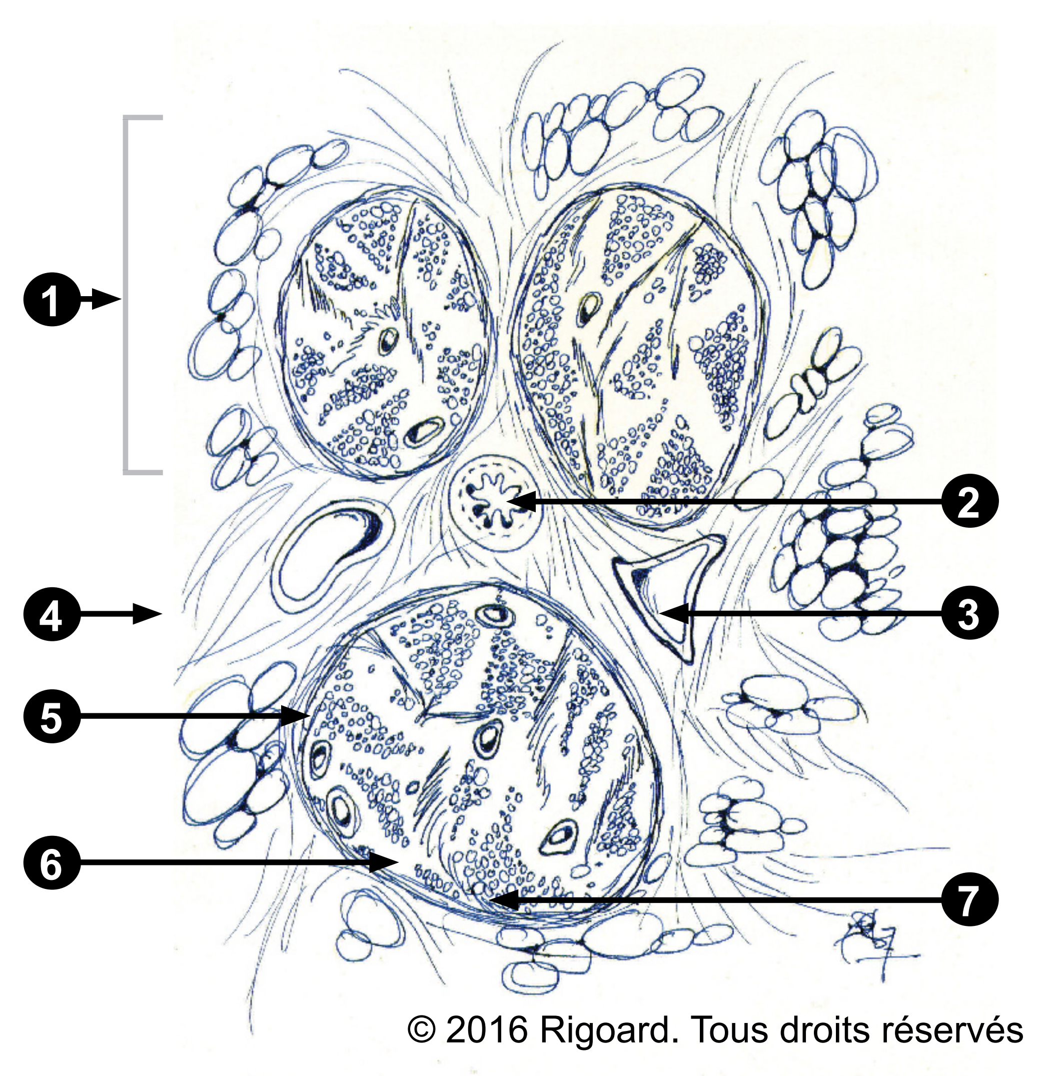


Figure 1. Coupe axiale d'un nerf périphérique

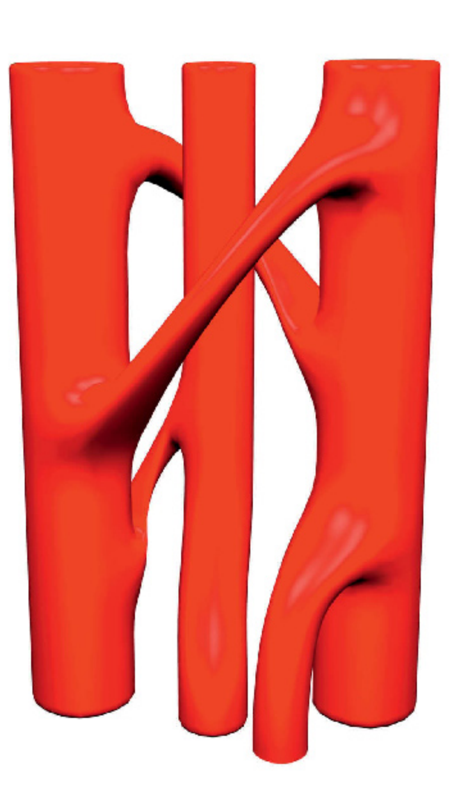


Figure 2. Anastomoses de différents nerfs

Figure 3. Architecture des fascicules et des fibres nerveuses

Structure et physiologie du nerf

Axone

L'axone est le prolongement cylindrique du cytoplasme du neurone. Son rôle principal est la transmission de l'influx nerveux. Il ne se conçoit que dans le contexte d'une unité fonctionnelle entre le neurone et sa cible. Sa survie est liée à celle du neurone et à celle de la cible. Étant dépourvu de capacités de synthèse protéique propre, ses constituants sont donc acheminés du noyau vers la périphérie par le flux axonal.

Cytosquelette

Le cytosquelette axonal possède une structure microfibrillaire constituée de trois principaux groupes de protéines : les microfilaments, les microtubules et les filaments intermédiaires comprenant les neurofilaments. Elles contribuent au maintien de la forme et à la croissance de l'axone. Les neurofilaments sont constitués par un assemblage de trois protéines qui s'écartent au cours d'un processus de phosphorylation, ce qui leur confère un rôle fondamental dans la détermination du diamètre axonal. Celui-ci est corrélé à la myélinisation, il s'agit donc d'un paramètre structural essentiel. Les microfilaments, constitués d'un assemblage de polymères d'actine globulaire, se localisent préférentiellement dans les zones en mouvement et au niveau des ancrages membranaires jouant un rôle significatif dans la mobilité du cône de croissance axonal et dans la synaptogenèse. Les microtubules, hétérodimères de tubuline alpha et bêta forment des tubules creux sur lesquels se fixent de nombreuses autres protéines impliquées dans l'assemblage, la stabilisation et les interactions avec le reste du cytosquelette. Ces microtubules participent à la croissance et au flux axonal.

Flux axonal

Le flux axonal circule constamment à double sens antérograde et rétrograde, et ce à des vitesses variables en fonction des éléments transportés et du type de fibres (Tableau 1). Il assure en permanence la communication entre neurone, terminaison axonale et cellule cible. Il se divise en deux voies rapides antéro- et rétrograde, une voie lente antérograde et une voie réservée aux mitochondries. Le flux antérograde rapide transporte d'une part des structures vésiculaires et tubulaires contenant les précurseurs des neurotransmetteurs, des protéines membranaires et, d'autre part, des mitochondries et des lipides membranaires. Le flux antérograde lent transporte, quant à lui, les protéines de structure du cytosquelette et des macroprotéines. Le flux rétrograde rapide ramène les déchets cellulaires, achemine des enzymes, des facteurs de croissance et des vésicules lysosomiales et participe au rétro-contrôle de l'activité du corps cellulaire par la cible. Ce sont les microtubules qui permettent ce transport grâce à l'aide de protéines motrices (Figure 4) : principalement la kinésine (pour le flux antérograde) et la dynéine (pour le flux rétrograde).

Lorsqu'il s'agit d'un neurone moteur périphérique, c'est la synapse neuromusculaire qui correspond à l'extrémité terminale de l'axone entrant en relation avec sa cible. À ce niveau, le signal électrique est transformé en signal chimique par des mécanismes détaillés ci-après. L'arrivée de l'influx provoque l'entrée de calcium par l'ouverture de canaux calciques voltage dépendants, déclenchant ainsi une cascade d'activation intracellulaire qui aboutit à la fusion de la membrane et des vésicules synaptiques contenant les neurotransmetteurs, ainsi libérés par exocytose dans la fente synaptique.

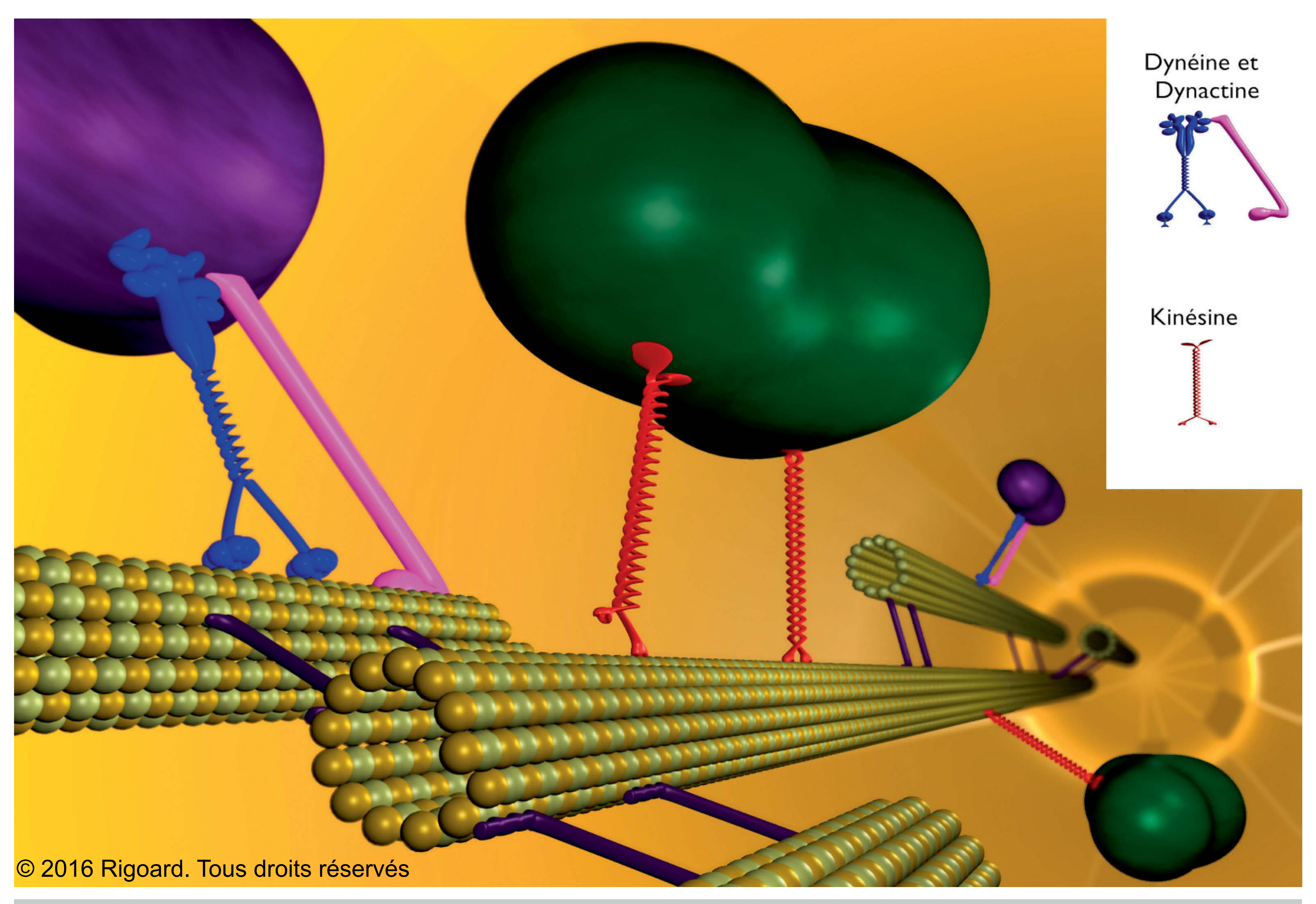


Figure 4. Vue artistique du cytosquelette axonal

Type de fibres		Rôles	Myélinisation	Diamètre (µm)	Vitesse de conduction (m/s)
Sensitives					
Aαβ	Ia	Proprioception : FNM	+	12-20	70-120
	Ib	Organe de Golgi des tendons	+		
	II	Sensibilité cutanée : toucher et tact fin	+	5-12	30-70
Aδ	III	Pression cutanée : température, douleur	+	2-5	12-30
C	IV	Douleur cutanée : douleur, tact grossier	-	0,4-1,2	0,5-2

Tableau 1. Classification des fibres nerveuses

Les caractéristiques de diamètre, vitesse de conduction et le rôle des fibres du système nerveux périphérique, permettent d'en classer les principaux types selon deux nomenclatures : celle de Erlanger et Gasser[1] (en lettres) et celle de Lloyd-Hunt[2] (en chiffres romains). FNM : fuseau neuro-musculaire.

Cellule de Schwann et myélinisation

Les cellules de Schwann sont les seules cellules gliales représentées dans le système nerveux périphérique (Figure 5). Dans le nerf périphérique mature, les cellules de Schwann se distribuent sous forme de chaînes longitudinales le long des axones. Il existe une relation directe entre l'épaisseur de la gaine de myéline et le diamètre de l'axone d'une part, et entre le diamètre de l'axone et la distance internodale d'autre part. L'augmentation de l'épaisseur de la gaine de myéline et la distance internodale sont corrélées à l'augmentation du diamètre de l'axone (Figure 6).

La myélinisation (Figure 7) est observée dans le système nerveux périphérique (SNP) pour les axones dont le diamètre dépasse 1-1,5 µm. Le calibre axonal n'est pas l'unique facteur déterminant de la myélinisation. Elle fait suite à l'histogenèse et survient plus tard, vers le 4e mois de la vie fœtale. La cellule de Schwann myélinise un segment donné de l'axone. La zone transitionnelle séparant deux segments myélinisés est appelée « nœud de Ranvier ». L'espace séparant deux nœuds de Ranvier s'appelle l'espace internodal. La gaine de myéline se termine de chaque côté d'un nœud par un bulbe paranodal.

La myélinisation accélère la conduction nerveuse. La conduction de l'influx est continue (ininterrompue) dans les fibres non myélinisées mais la vitesse maximale obtenue est limitée à 15 m/s. Dans les fibres myélinisées, la membrane excitable est confinée aux 0 mV car la myéline possède des propriétés d'isolant électrique. Cette conduction devient donc saltatoire, de nœud en nœud, pouvant atteindre des vitesses dix fois supérieures (120 m/s). Le nombre d'influx pouvant être conduits par ces fibres est aussi bien plus important. La myélinisation optimise le rendement énergétique de la fibre.

La membrane basale de la cellule de Schwann, enfin, oriente la croissance axonale.

1 Cellule de Schwann

2 Noyau de la cellule de Schwann

3 Axone

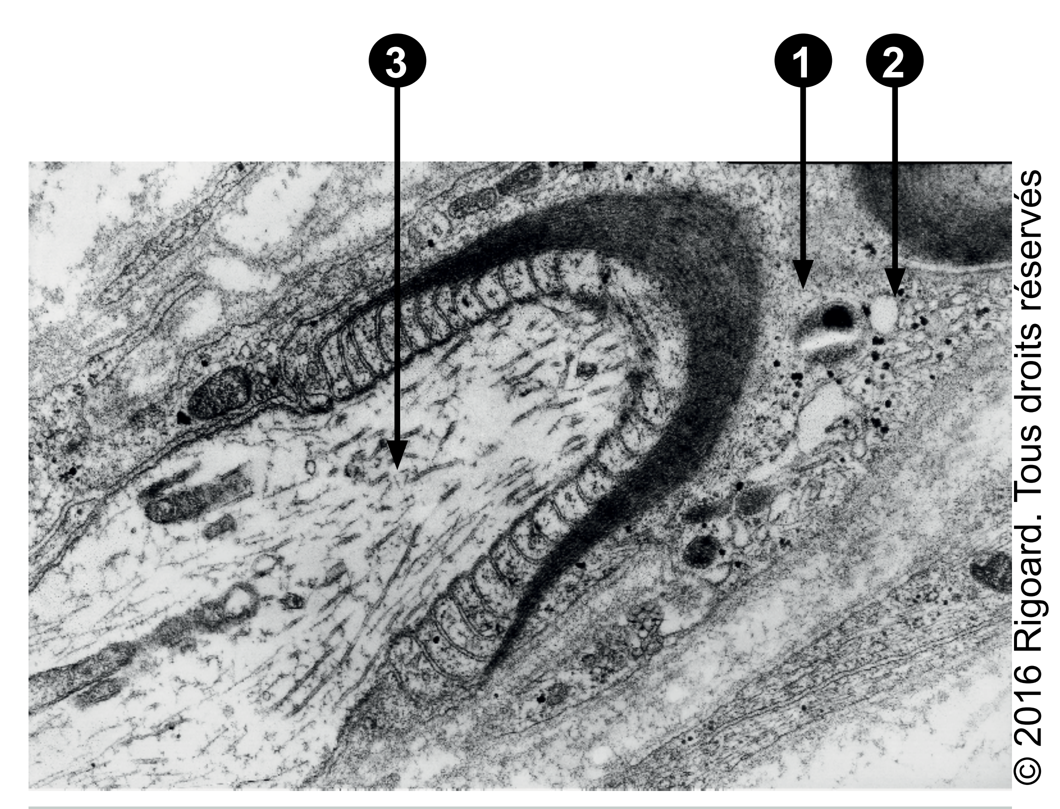


Figure 5. Cellule de Schwann (coupe longitudinale du nerf)

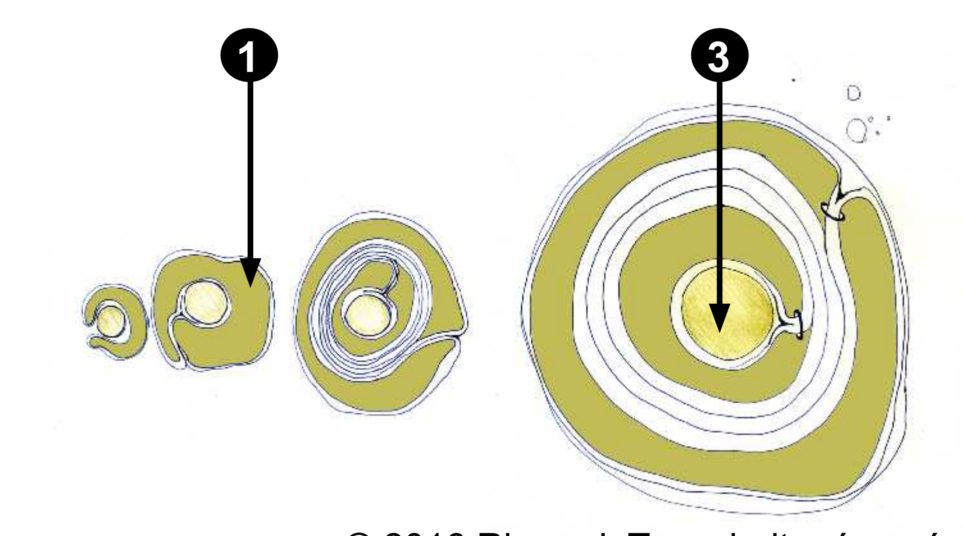


Figure 6. Processus de myélinisation (coupe axiale du nerf)

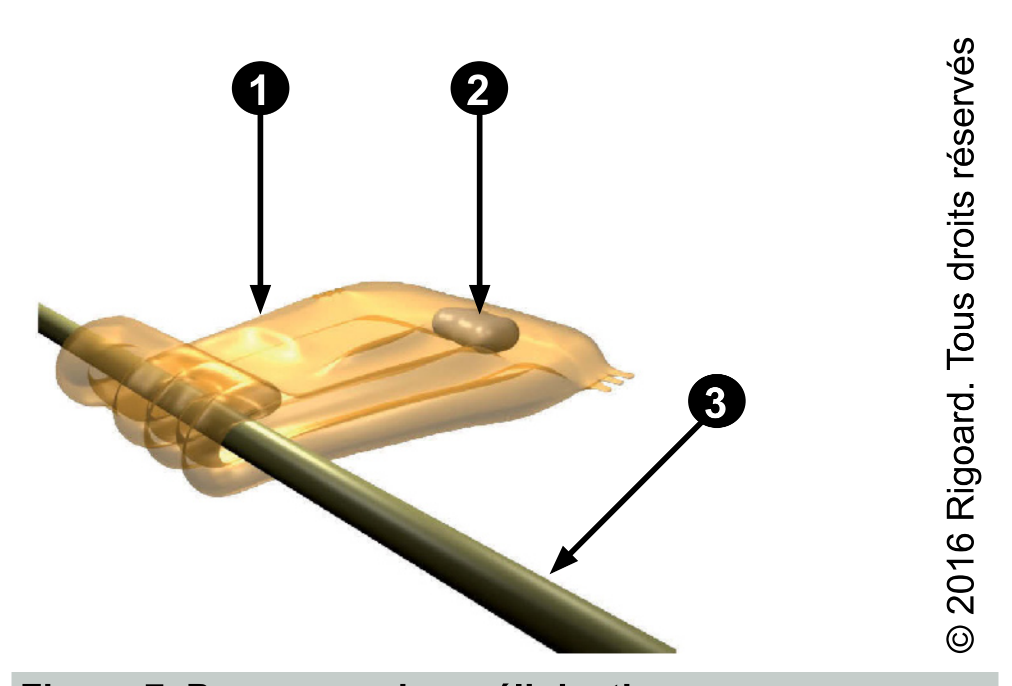


Figure 7. Processus de myélinisation

Propriétés mécaniques des nerfs

Un nerf périphérique possède un certain degré de résistance à l'étirement, assuré par le double jeu de l'architecture « ondulante » des fascicules (Figure 3) et des fibres nerveuses qu'il contient, mais également grâce à l'élasticité du périnèvre. Les forces tensionnelles s'appliquent d'abord sur le fascicule puis sur les fibres qui, du fait de cette élasticité, conservent longtemps leur forme normale. Ces forces engendrent une diminution du diamètre du fascicule et une augmentation de la pression intra-fasciculaire qui finira par compromettre la vascularisation du nerf si son application se prolonge. De nombreux facteurs dont l'intensité, la vitesse et la durée d'application de ces contraintes conditionnent la résistance à l'étirement. L'amortissement des forces de compression varie avec le nombre de fascicules et l'épaisseur de l'épinèvre. Les nerfs qui contiennent un grand nombre de fascicules et une faible épaisseur d'épinèvre sont plus sensibles aux forces de compression (fibres de type B par rapport au type A, sur la Figure 8), de même que les racines qui n'ont pas de structure équivalente à l'épinèvre et dont le périnèvre est plus fin.

4 Fascicule nerveux

5 Épinèvre

6 Périnèvre

Figure 8. Modèle de résistance d'un nerf selon l'application d'une force en compression

Vascularisation des nerfs périphériques

Cette vascularisation est singulière à de multiples égards. La trophicité axonale est particulièrement dépendante du micro-environnement endoneural du fait de l'éloignement du corps cellulaire. L'homéostasie de ce micro-environnement est obtenue et maintenue par un système vasculaire complexe et par la barrière active que constitue le périnèvre. L'apport artériel provient des troncs artériels les plus proches des nerfs. Chaque artère se divise en une branche descendante et une branche ascendante avant de donner plusieurs branches épineurales. Il existe ensuite deux systèmes séparés, fonctionnellement indépendants, mais richement anastomosés : l'un extrinsèque constitué de vaisseaux régionaux nourriciers et de vaisseaux épineuraux artériolo-capillaires, l'autre intrinsèque réalisé par les capillaires endoneuraux distribués longitudinalement (Figure 9). Il en résulte un chevauchement considérable entre les territoires vascularisés par les artères segmentaires qui cheminent transversalement. Les besoins métaboliques relativement faibles du nerf en comparaison au flux sanguin basal élevé et la possibilité de fonctionner en anaérobie, confèrent au nerf une résistance toute particulière à l'ischémie. Toutefois la zone centro-fasciculaire reste plus fragile que la zone sous-périneurale, probablement en raison de la présence d'une plus grande densité de capillaires et d'une meilleure pénétration des substances nutritives au travers du périnèvre. Il semble aussi exister une zone frontière de susceptibilité à l'ischémie entre deux territoires longitudinaux. Il existe, comme dans le système nerveux central, une véritable barrière hémato-nerveuse dont l'étanchéité est liée aux propriétés du périnèvre et à la présence de jonctions serrées entre les cellules endothéliales capillaires pénétrant dans l'endonèvre et les cellules du périnèvre. Les *vasa nervorum* épineuraux et transépineuraux sont innervés par de fins plexus de fibres nerveuses amyéliniques végétatives sympathiques (vasoconstrictrices) pour certaines, parasympathiques (vasodilatatrices) pour d'autres. Les capillaires endoneuraux possèdent un système musculaire lisse peu développé, ce qui suggère une autorégulation peu fonctionnelle.

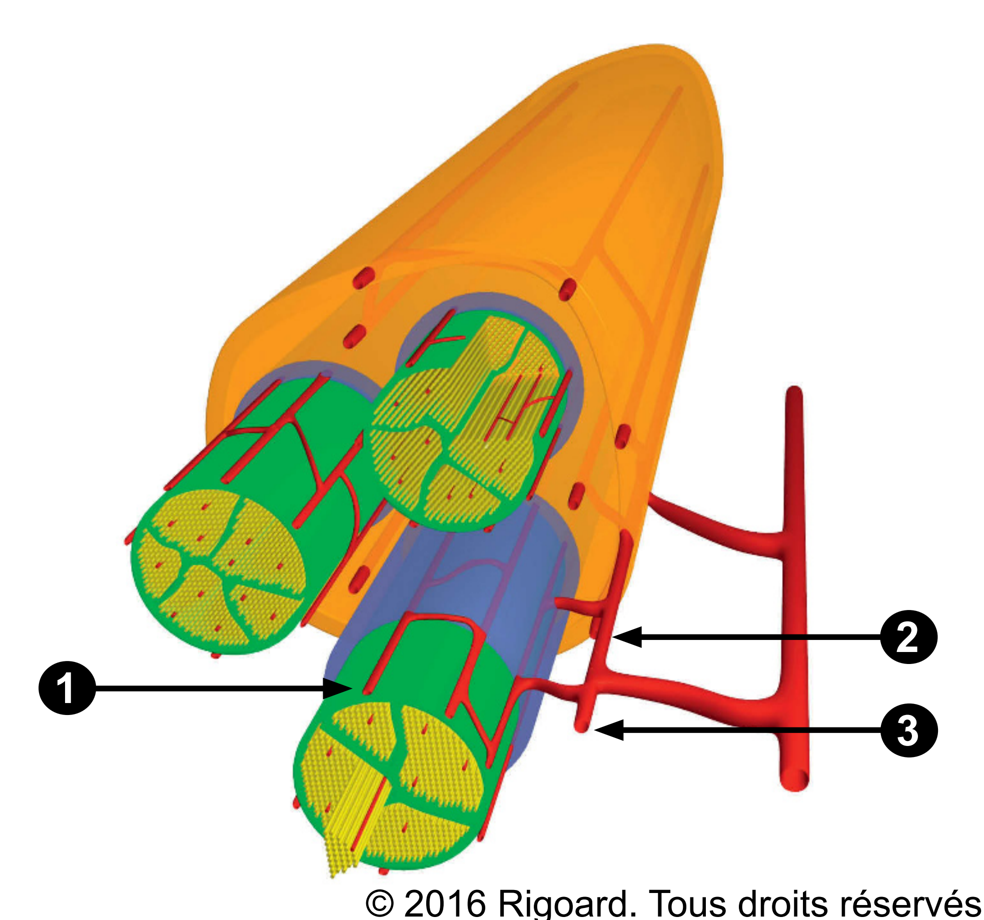


Figure 9a. Vue longitudinale de la vascularisation nerveuse

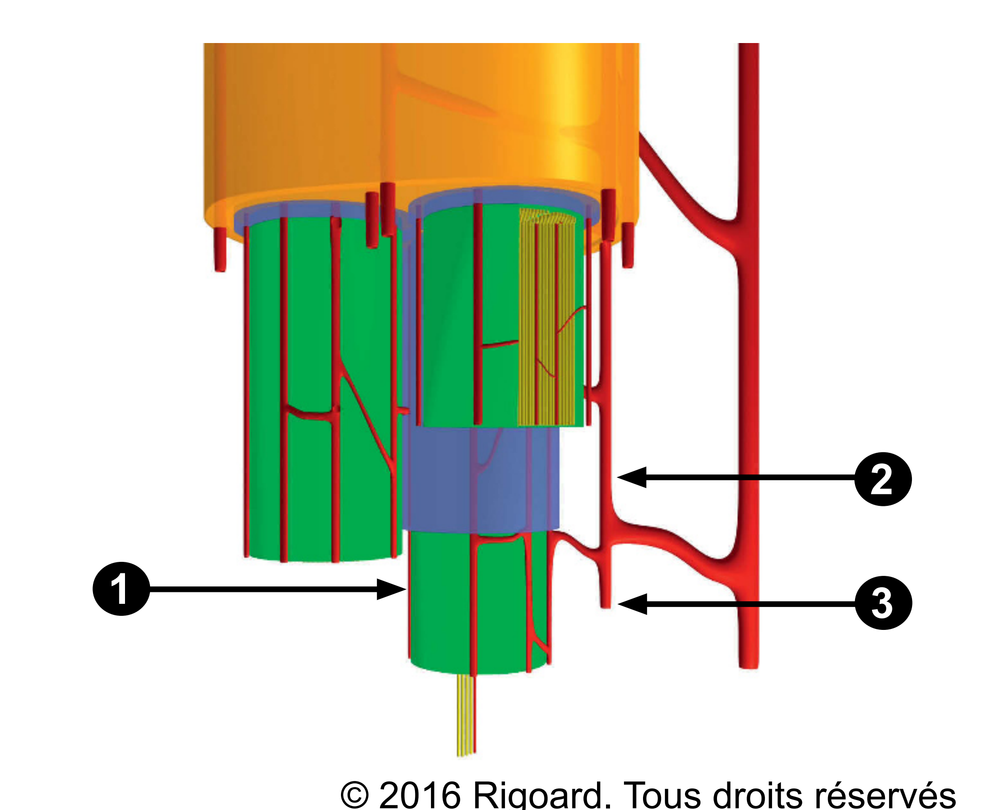


Figure 9b. Vue supérieure de la vascularisation nerveuse

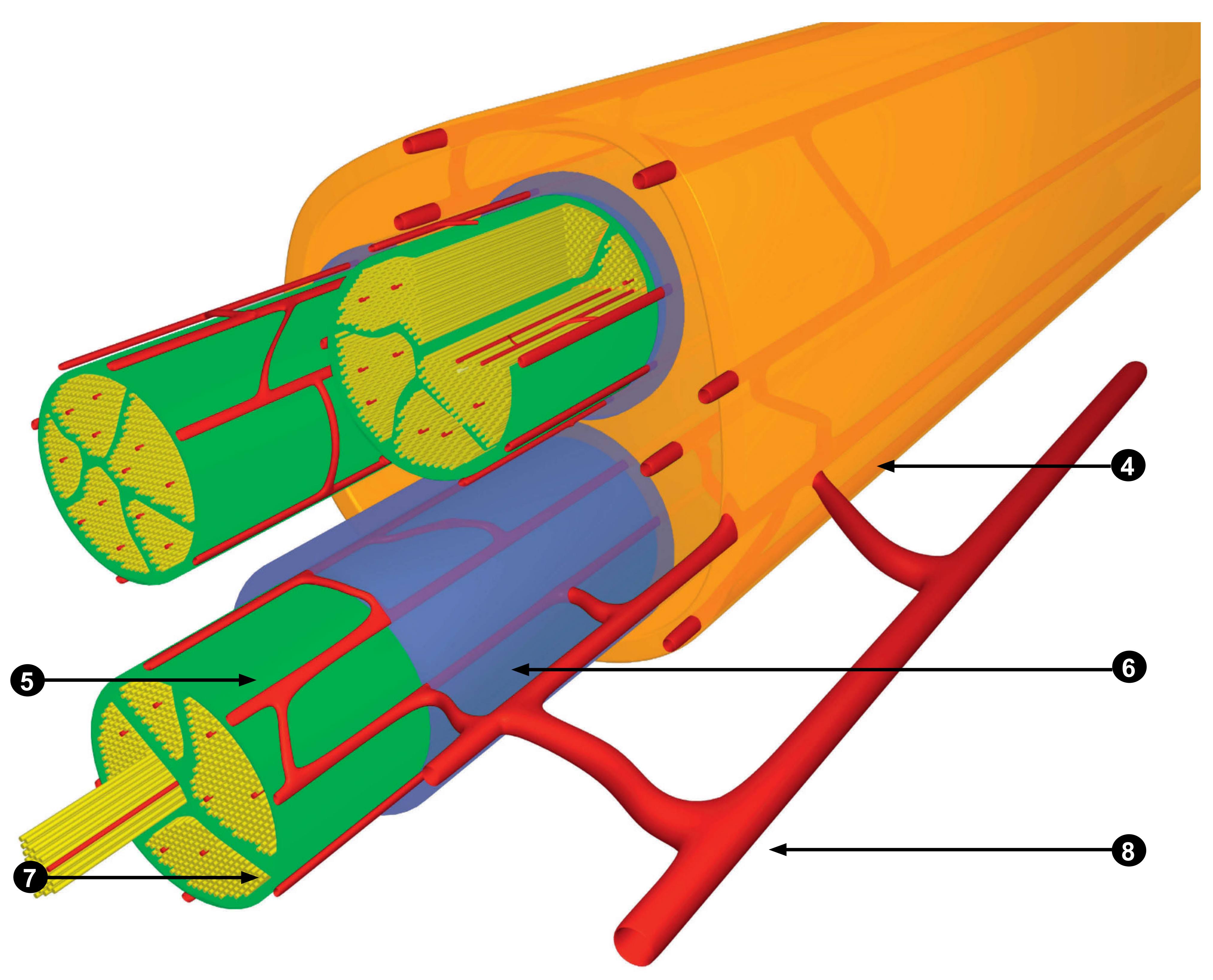


Figure 9c. Agrandissement de la structure microvasculaire d'un nerf périphérique

1. Branche épineurale
2. Branche ascendante
3. Branche descendante
4. Épinèvre et tissu conjonctif
5. Endonèvre
6. Périnèvre
7. Axone
8. *Vasa nervorum*

Jonction et transmission neuromusculaires

Le système musculo-squelettique est l'interface mécanique entre notre système nerveux et le monde extérieur. Les propriétés mécaniques des muscles ont été très largement préservées au cours de la phylogenèse des vertébrés. Celles-ci ont été initialement déterminantes pour adapter les mécanismes neuronaux du mouvement.

Un simple motoneurone est bombardé de stimuli synaptiques dont la résultante détermine finalement de quelle manière et avec quelle intensité la fibre musculaire cible va participer à la réalisation d'un programme moteur. Cette réponse de la cellule nerveuse à un stimulus est permise par une modification de ses propriétés membranaires. La synapse neuromusculaire est la zone de jonction entre l'axone d'un motoneurone et une cellule musculaire. Chez les mammifères (à de rares exceptions près), il n'y a pas de contact véritable au niveau synaptique. L'espace synaptique (10 à 40 nanomètres) séparant ces cellules sert « d'isolateur ». Cette jonction neuromusculaire (JNM) (Figure 10) est constituée par l'apposition de domaines hautement différenciés de trois types de cellules : la terminaison nerveuse du motoneurone, la cellule de Schwann dite terminale et la membrane post-synaptique de la fibre musculaire. Ces trois constituants sont entourés ou reliés par une lame basale, micro-environnement propice à l'échange des signaux moléculaires qui contrôlent la formation, la maturation et la maintenance de la JNM. La JNM forme un complexe fonctionnellement et structurellement différencié, dont le but est d'assurer la transmission synaptique au sein de l'appareil neuromusculaire, en permettant la propagation de l'influx du neurone moteur vers la fibre musculaire squelettique.

La terminaison nerveuse libère un neurotransmetteur dans l'espace synaptique, l'acétylcholine (ACh) qui se lie à des récepteurs nicotiniques spécifiques (les récepteurs de l'acétylcholine ou RACh), localisés au niveau des crêtes des invaginations ou plis sous-neuraux de la membrane post-synaptique de la fibre musculaire. L'activation de ces récepteurs provoque une dépolarisation de la membrane musculaire ou potentiel de plaque entraînant une cascade de réactions appelée Couplage Excitation-Contraction (CEC) induisant *in fine* la contraction de la fibre musculaire adjacente. De multiples outils ont été développés pour caractériser de façon simple l'aspect morphologique normal de la JNM et les anomalies qui découlent de modifications pathologiques de ces jonctions. L'avènement de la biologie moléculaire a permis la découverte d'un grand nombre de molécules synaptiques concentrées à la jonction et a donc favorisé la compréhension des mécanismes physiopathologiques impliqués, d'une part, dans les phénomènes de dénervation et de réinnervation puis, d'autre part, dans les pathologies neuromusculaires. Par exemple, les syndromes myasthéniques congénitaux, formant un groupe hétérogène d'affections d'origine génétique, conduisent à un dysfonctionnement de la transmission neuromusculaire. Leur caractérisation repose sur la mise en évidence d'anomalies structurales de la JNM, de mutations dans des gènes codant des protéines concentrées au niveau des plaques motrices mais aussi sur les mécanismes moléculaires par lesquels de telles mutations induisent la maladie.

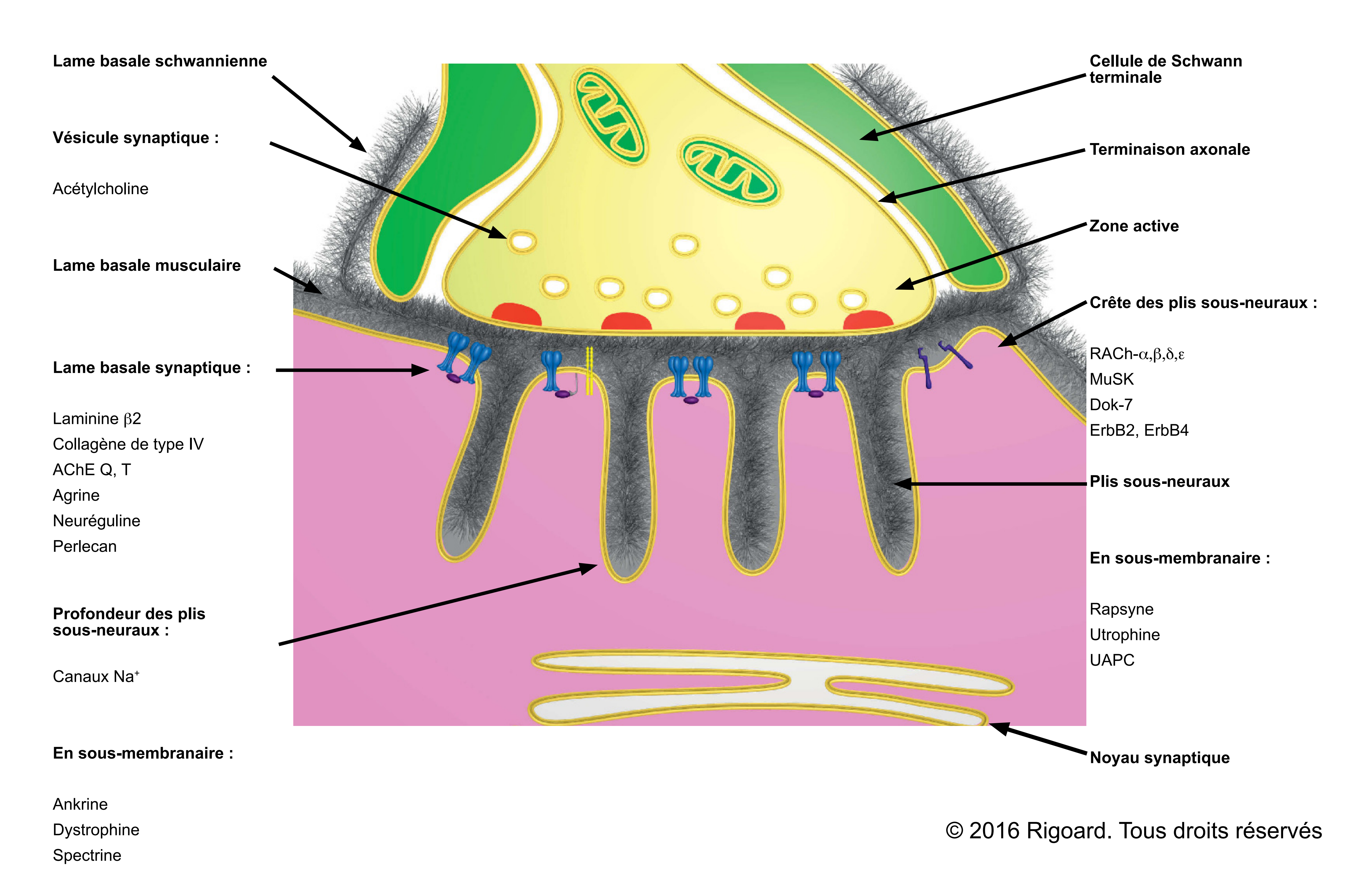


Figure 10. Schématisation de la jonction neuromusculaire et localisation des principales molécules impliquées dans la transmission neuromusculaire (d'après Sanes et Lichtman, 1999)

Principaux mécanismes de formation synaptique

La formation synaptique est un processus indispensable lors du développement neuronal permettant la communication entre deux neurones. Une des caractéristiques principales du développement du système nerveux est la spécificité de ses connexions. Ainsi, la migration des axones vers leurs cibles et la formation des synapses sont des processus sélectifs, faisant intervenir de nombreuses molécules de reconnaissance, dont la plupart restent inconnues.

La synthèse et la distribution des récepteurs de l'acétylcholine au niveau de la membrane post-synaptique de la JNM paraît en effet régulée par des signaux antérogrades provenant du motoneurone. La différenciation de la terminaison axonale est, quant à elle, également régulée par des signaux rétrogrades. Le nerf et le muscle ont des rôles distincts dans la différenciation du compartiment synaptique. Les étapes initiales de cette différenciation et la formation de la plaque motrice requièrent plusieurs agents moléculaires post-synaptiques dont le récepteur tyrosine kinase à l'agrine, MuSK et la rapsyne. La dépendance à l'agrine ou au motoneurone reste discutée, tandis que les étapes suivantes de la croissance axonale et de la maintenance de l'appareil post-synaptique dépendent surtout de l'agrine neuronale et d'un signal spécifique émanant de la fibre nerveuse, chargé de disperser les reliquats d'agrégats de récepteurs de l'acétylcholine ectopiques, tout cela étant possiblement médié par l'acétylcholine elle-même. La neuréguline intervient essentiellement dans le maintien de la cellule de Schwann, qui guide la croissance axonale. La formation synaptique du système nerveux central présente en fait de nombreuses similitudes avec le développement de l'innervation motrice. Ceci permet l'étude de certains mécanismes de restauration de la connectique nerveuse, succédant à une lésion nerveuse traumatique ou dégénérative, et ainsi d'envisager l'émergence de nouvelles thérapeutiques qui pourraient favoriser la récupération sur un plan fonctionnel.

On distingue trois étapes fondamentales dans la formation synaptique : la création d'une connexion entre l'axone en croissance et sa cellule cible, la différenciation des cônes de croissance axonaux en une terminaison nerveuse, puis la formation de structures post-synaptiques dans les cellules cibles. Ces étapes dépendent d'interactions intercellulaires médiées par des signaux, responsables de la reconnaissance par l'axone de la cellule post-synaptique appropriée, et de la coordination de la formation des différentes structures pré- et post-synaptiques au niveau de la synapse.

Dès que le contact se forme entre l'extrémité d'un axone en croissance et un myotube, une neurotransmission existe, même sous une forme rudimentaire, notamment par l'intermédiaire des vésicules d'acétylcholine. Cela va aboutir à la création des zones synaptiques, en particulier grâce à de nombreux signaux rétrogrades, allant du muscle vers l'axone. En effet, les seules propriétés intrinsèques des différents éléments cellulaires mises en jeux n'y seraient pas suffisantes. Des études ont ainsi montré qu'après dénervation, les synapses étaient capables de se régénérer, en particulier en regard d'une membrane post-synaptique conservée. De même, la spécialisation pré-synaptique de l'axone débute uniquement après un contact musculaire. Il existe donc, à l'évidence, un rétro-contrôle musculaire sur les axones, mais les mécanismes n'en demeurent pas moins flous. Deux molécules d'adhérence cellulaire la N-CAM et la N-cadhérine, présentes au niveau des terminaisons axonales et des myotubes, stabiliseraient le contact muscle/nerf.

La formation synaptique achève celle du système nerveux en lui permettant d'acquérir sa fonctionnalité. Elle nécessite une organisation spatio-temporelle rigoureuse : la terminaison nerveuse doit atteindre une zone spécifique de la cellule cible ; la membrane post-synaptique nécessite d'être hautement sensibilisée au neurotransmetteur largué par la terminaison nerveuse correspondante. Cet ensemble fonctionnel doit être suffisamment stable pour subsister tout au long de l'existence, mais en même temps être suffisamment plastique pour évoluer avec les processus d'apprentissage.

La synaptogenèse est aussi un processus hautement spécifique : même si les cellules pré- et post-synaptiques peuvent synthétiser leurs propres composants, l'échange de nombreux signaux est nécessaire pour coordonner leur activité à chaque instant. En ce qui concerne la JNM, des modèles *in vitro* ont initialement montré que deux molécules, l'agrine et l'ARIA-neuréguline β1, pouvaient être responsables de l'accumulation, de la synthèse et de la maturation des récepteurs à l'acétylcholine. Les stratégies d'invalidation des gènes codant pour ces deux molécules ont été utilisées chez la souris pour préciser leur rôle au cours du développement de la jonction.

Les concepts récents ont permis d'affiner très nettement le rôle de chacune de ces molécules dans la maturation de la JNM. MuSK reste la plaque tournante de la différenciation post-synaptique. L'accumulation et la synthèse des RACh sont guidés par l'agrine (agrégation des récepteurs *via* l'interaction du complexe MuSK/agrine avec la rapsyne, mais aussi une action propre s'opposant à leur séparation) et Dok-7, qui permet leur phosphorylation à MuSK. La maturation des AChR résulterait, elle aussi, de l'interaction agrine/MuSK *via* l'implication de GTPases (Rac/Cdc42) dans la régulation transcriptionnelle des sous-unités du récepteur (Figure 11). La neuréguline émanant du nerf agirait essentiellement par son interaction avec ses récepteurs situés à la surface de la cellule de Schwann terminale et se positionne à présent comme une molécule clé du maintien de la cellule de Schwann et donc, par ce biais, de la régénération nerveuse.

L'implication dans les synapses du système nerveux central (SNC) de certains de ces interlocuteurs moléculaires illustre bien la complexité des interactions antéro- et rétrogrades nécessaires à la formation, au développement et au maintien de la JNM. L'intérêt scientifique suscité par l'enjeu majeur de santé publique, de tenter de cerner un peu mieux les mécanismes responsables de la plasticité et de la réparation neuronale, en particulier au niveau du SNC, a amené à la découverte de certains facteurs influençant la régénération axonale et ouvert la voie à de nouvelles propositions thérapeutiques, dont la finalité serait de restaurer la fonction en cas de lésion nerveuse.

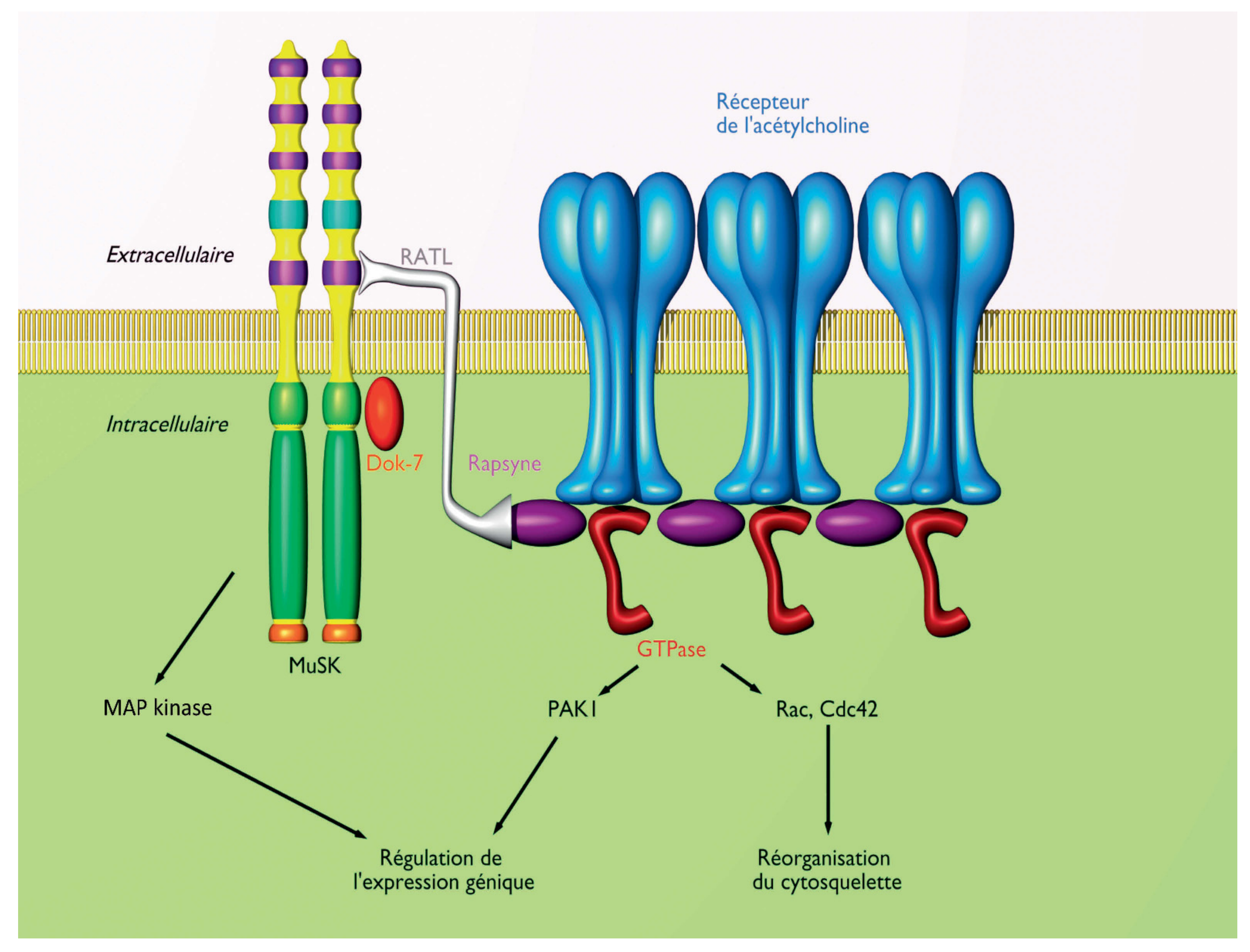


Figure 11. Rôle des protéines kinases dans la transmission de l'influx nerveux (d'après Valenzuela, 1995, et Zhou, 1999)

Physiologie du nerf traumatisé

Les traumatismes des nerfs périphériques sont fréquents et source de handicaps significatifs. Leur prise en charge aboutit dans certains cas à une récupération fonctionnelle, restant cependant souvent incomplète et aléatoire, malgré l'utilisation de techniques chirurgicales de réparation parfois sophistiquées.

Deux classifications principales des lésions des nerfs périphériques ont été établies par Seddon[3] et Sunderland[4] (Figure 12). Seddon propose une segmentation des atteintes, basée sur la fonction résiduelle au sein du nerf. Il distingue trois grades : neuropraxie, axonotmésis, neurotmésis. Sunderland ajoute deux degrés supplémentaires entre axonotmésis et neurotmésis.

Mécanismes physiopathologiques

Les étiologies des lésions nerveuses les plus courantes sont les accidents de la voie publique, au premier chef desquels on retrouve les accidents de véhicules à deux roues. Statistiquement, les lésions des nerfs périphériques sont plus fréquentes au niveau des membres supérieurs (73,5 % des lésions traumatiques) et concernent en particulier le nerf ulnaire. Les mécanismes lésionnels les plus fréquemment impliqués sont la traction, la section, l'écrasement et dans une certaine mesure l'ischémie en rapport avec les effets d'une compression du nerf périphérique.

Il nous paraît important d'insister sur ce mode de souffrance, dans la mesure où c'est celui qui caractérise, par ailleurs, la genèse des syndromes canalaires quel qu'en soit le siège.

Une compression brutale va générer un arrêt de la conduction nerveuse, et des transports axonaux, entraînant une paralysie totale motrice et sensitive (ischémie nerveuse aiguë, suivie d'une restauration survenant en quelques minutes : exemple du nerf fibulaire après maintien des jambes croisées, ou paralysie du réveil avec compression du nerf médian au canal brachial…).

Une compression chronique entraîne initialement une dégénérescence limitée par l'intégrité des membranes basales. Au début apparaissent une distorsion et un télescopage de la myéline paranodale. Plusieurs couches de myéline peuvent être atteintes, avec ralentissement de la conduction. Au niveau du segment atteint, la myéline peut se rétracter, en formant des bulbes d'oignon, et entraîner une augmentation quantitative du collagène endo-neural. Des phénomènes ischémiques coexistent avec rupture de la barrière hémato-endo-neurale (Figure 13). La pérennisation de la compression aboutit à une dégénérescence du nerf distal, avec amyotrophie, la paralysie étant de survenue tardive. La levée de la compression va entraîner une restauration complète de la fonction si elle est pratiquée avant la survenue de cette dénervation. L'efficacité du traitement des syndromes canalaires l'illustre aisément. La myéline ancienne est remplacée, une prolifération des cellules de Schwann en assure la reconstitution. Des phases répétées de démyélinisation et de remyélinisation peuvent se succéder, voire coexister dans des zones voisines. Les segments nerveux atteints montrent des formations de cellules de Schwann, en bulbe d'oignon, et une augmentation de la densité du tissu interstitiel endo-neural par la prolifération du collagène. La continuité des membranes basales autorise pendant longtemps la récupération fonctionnelle après traitement.

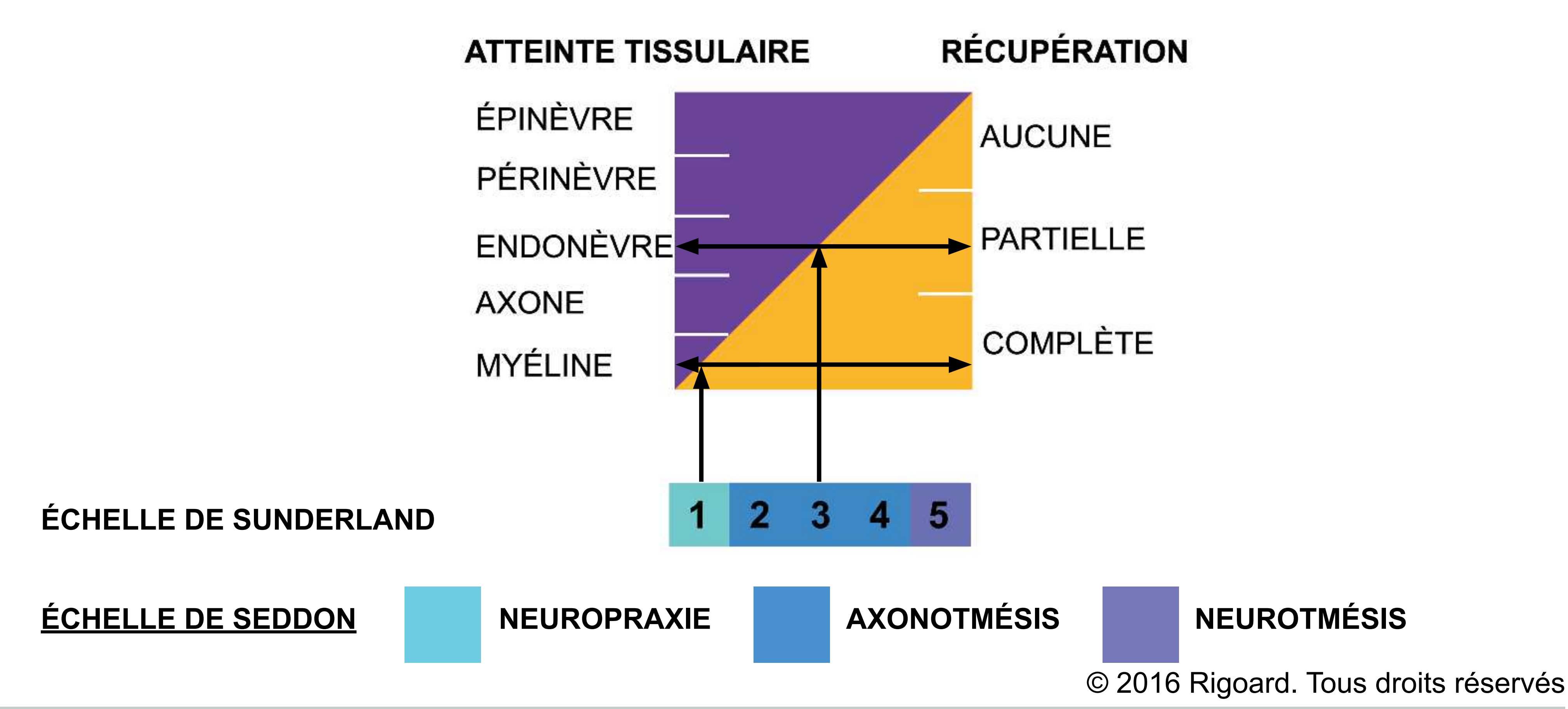


Figure 12. Schéma de récupération selon l'atteinte tissulaire nerveuse (d'après Seddon, 1943, et Sunderland, 1951)

Épinèvre
Périnèvre
Endonèvre
Axone et gaine de myéline

1. Description de l'axone
2. Atteinte axonale seule
3. Atteinte de l'axone, de la gaine de myéline et de l'endonèvre
4. Atteinte de l'axone, de la gaine de myéline, de l'endonèvre et du périnèvre
5. Atteinte de toutes les stuctures du nerf

Figure 13. Différents types d'atteinte de la structure axonale

Dégénérescence nerveuse

Au cours des lésions traumatiques aiguës ou lors de compressions chroniques n'entraînant pas de rupture de la continuité axonale (lésions de premier degré), on constate, comme seule anomalie morphologique évidente, des modifications de la gaine de myéline, commençant par une contusion, s'étendant jusqu'à la région paranodale concernée (Figure 14). Elle peut s'étendre à quelques segments adjacents et engendrer une diminution des vitesses de conduction. Dans les lésions aiguës, on peut observer des blocs de conduction alors que l'examen électrophysiologique de chacune des extrémités nerveuses reste normal. Il existe un processus régénératif qui aboutit à une remyélinisation, après élimination de la gaine de myéline lésée. Dans les compressions chroniques, les phases de démyélinisation-remyélinisation se succèdent pour aboutir à la formation d'une morphologie segmentaire en bulbe d'oignon, liée à la prolifération des cellules de Schwann et à l'expansion du contenu interstitiel endoneural envahi par du matériel collagénique. Dans les lésions du second degré et plus, il existe des changements visibles au niveau du site lésionnel mais c'est surtout le segment distal qui va être le siège d'un processus de dégradation antérograde, appelé dégénérescence wallérienne, selon une cascade d'évènements dont le déclenchement initial est calcium-dépendant. Les premières modifications aboutissent à une fragmentation axonale et myélinique et débutent dans les heures qui suivent le traumatisme. Il se produit selon la même cinétique que la dégénérescence antérograde wallérienne, une dégénérescence rétrograde. Elle ne touche en général que quelques segments avec une séquence lésionnelle identique (Figure 15).

La dégénérescence est maximale après section du nerf comportant *ipso facto* une interruption des membranes basales et la faillite fonctionnelle du pôle émetteur du neurone, l'arbre somato-dendritique étant le pôle récepteur. La réponse du nerf périphérique est unique, ce qui le différencie des éléments constitutifs du système nerveux central. L'existence de mécanismes compensateurs initiés, au sein des motoneurones, lors de processus pathologiques ou traumatiques, ne fait nul doute aujourd'hui[5,6]. Il a ainsi été démontré qu'après des lésions axonales, les neurones du système nerveux périphérique étaient capables de régénérer leurs axones pour réinnerver des cibles variées[7].

A : Schéma d'un nerf en conditions physiologiques

B : Schéma d'une lésion traumatique potentielle

1. Neurone sain
2. Gaine de myéline
3. Axone
4. Noyau cellulaire
5. Myéline atteinte pré-phagocytée
6. Myéline atteinte
7. Dégénerescence wallérienne du bouton axonal
8. Corps cellulaire
9. Macrophage

A : Environ 24 heures après le traumatisme. Dégénerescence wallérienne de la partie distale du nerf périphérique. Chromatolyse débutante.

B : 10 à 21 jours après le traumatisme. Début d'atrophie de dénervation des fibres musculaires cibles. Bandes de Hanke-Büngner, le long des cellules de Schwann en cours de prolifération. Formation du cône de croissance au niveau du bourgeon proximal. Chromatolyse très marquée.

C : Plusieurs mois après le traumatisme. Prolongements du bourgeonnement axonal poussant à différentes vitesses, dont un ou plusieurs se prolongent au sein des bandes de Hanke-Büngner mais n'ont pas encore rejoint leur cible. Atrophie de dénervation musculaire marquée. Régression des réactions de chromatolyse dans le corps cellulaire.

D : Réinnervation de l'organe cible par les axones les plus rapides en croissance. La plaque motrice redevient fonctionnelle et la conduction est rétablie. Régression des autres prolongements. Remyélinisation progressive. Les fibres musculaires retrouvent une épaisseur subnormale.

E : Formation d'un névrome. Les fibres musculaires désinervées plus d'1 an se déstructurent et sont l'objet d'une fibrose interstitielle importante.

A

1 2

B

3 4 5 6 7 8 9

Figure 14. Lésion traumatique d’un axone (d’après Keirstead et al., 1999)

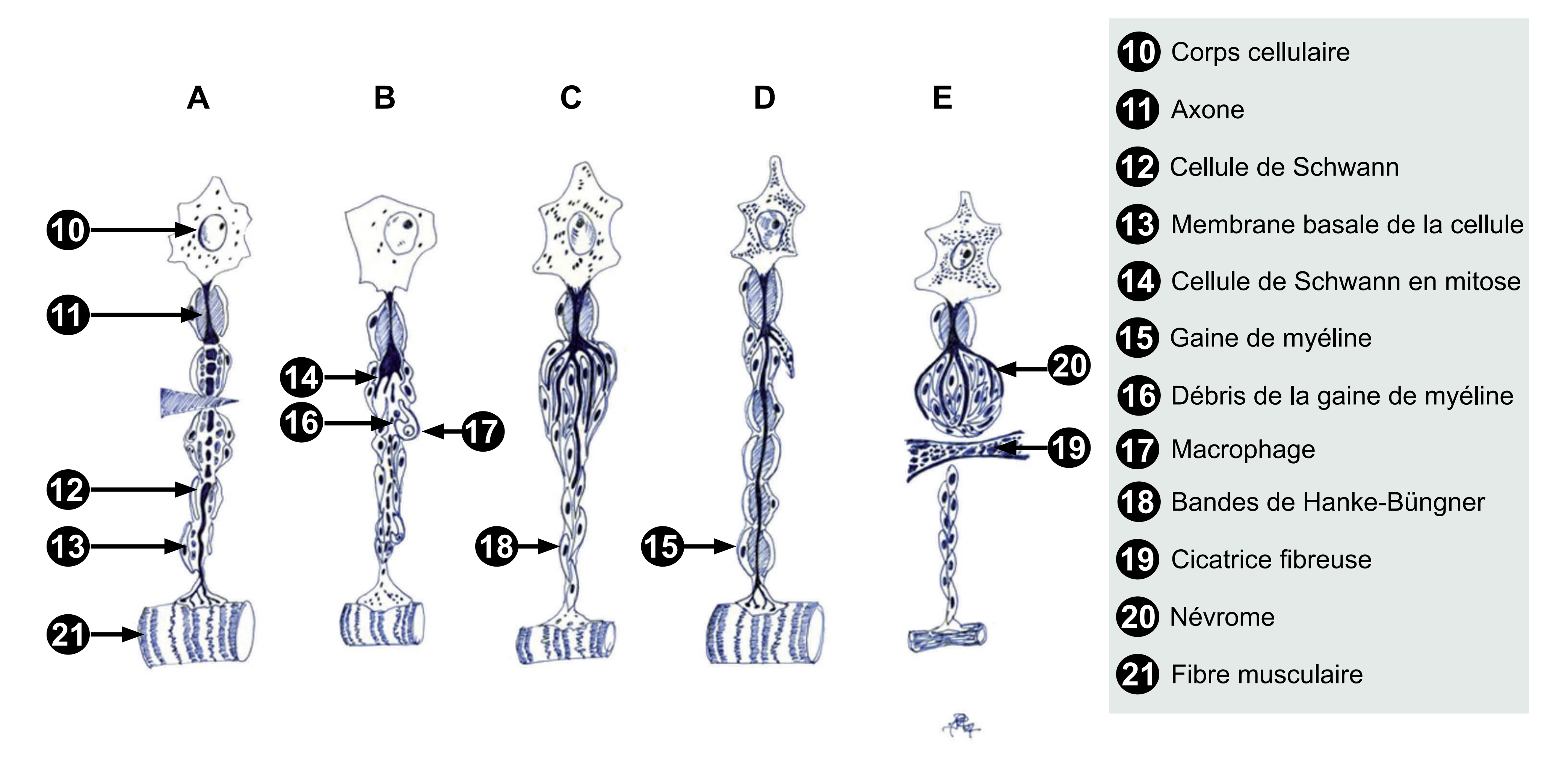


Figure 15. Différents types de dégénérescences axonales

Mécanismes de réparation neuronale

Dans les traumatismes sévères, la régénération ne commence qu'après la fin de la phase de dégénérescence Wallérienne alors que dans les lésions modérées, le processus débute presque immédiatement. Une cascade d'évènements succède au traumatisme, mettant en jeu des facteurs neurotrophiques et des molécules de signalisation cellulaire. Les cellules de Schwann y jouent un rôle indispensable, d'une part en intensifiant la synthèse de molécules d'adhésion à leur surface et en favorisant la croissance de la matrice protéique extracellulaire ; et, d'autre part, en activant certains gènes par le biais de facteurs neurotrophiques se liant à des récepteurs tyrosine kinase.

Bourgeonnement axonal

Lorsqu'une lésion survient sur un nerf périphérique, un axone repousse à partir du fragment proximal jusqu'au fragment distal en cours de dégénérescence, en le colonisant par tunnellisation pour atteindre de nouveau la synapse et reformer une nouvelle terminaison nerveuse. Les motoneurones peuvent ainsi constituer une nouvelle JNM, mais aussi des synapses des trois types d'axones du SNP (moteur, sensoriel et autonome).

Le principal mécanisme mis en jeu est représenté par le bourgeonnement axonal (*Axonal Sprouting*). Celui-ci permet aux motoneurones survivants d'augmenter la taille de leur Unité Motrice (UM) (incluant le motoneurone et toutes les fibres musculaires innervées par celui-ci) en allant réinnerver les fibres musculaires dénervées pour atteindre plusieurs fois la taille d'une UM normale[8,9,10,11,12,13,14,15]. Cependant, lorsqu'il ne reste plus que 20 % d'UM fonctionnelles, la capacité d'accroissement de l'UM est insuffisante pour réinnerver toutes les fibres musculaires dénervées : on assiste alors à la survenue d'une amyotrophie[16,17,18].

Le bourgeonnement axonal (BA) permet l'émergence de fines ramifications axonales en provenance des axones sains. Il débute au niveau de l'extrémité proximale des fibres lésées, habituellement dans les heures qui suivent le traumatisme, mais il peut parfois s'écouler plusieurs jours avant que le prolongement cellulaire n'émerge de l'extrémité proximale lésée. Un cône de croissance se forme à l'extrémité de l'axone en régénération. Il s'agit d'un appareil spécialisé, capable de motilité, doué de propriétés « d'exploration ». Les caractéristiques du tissu cicatriciel au niveau du site traumatique, si elles sont défavorables, peuvent empêcher l'axone de rejoindre l'extrémité distale, s'égarant alors dans le tissu conjonctif et poussant de façon anarchique pour former un névrome au niveau du moignon proximal (Figure 15). Quelques axones peuvent tout de même franchir la cicatrice, réalisant alors un névrome dit « de continuité ».

Trois catégories de BA sont définies en fonction du niveau d'émergence du bourgeon : le *sprouting* dit « ultra-terminal » dirige le bourgeon axonal jusqu'aux JNM (Figure 16A) avec une émergence provenant de l'axone principal juste avant son épanouissement dans les gouttières synaptiques ; le *sprouting* pré-terminal émergeant plus à distance de la terminaison axonale (Figure 16B) ; et le *sprouting* nodal en regard des nœuds de Ranvier (Figure 16C). Une germination axonale intense devient nécessaire lorsque plus de 85 % des motoneurones ont été détruits et reste aléatoire lorsque seuls 20 % de ces derniers subsistent. Dans les cas extrêmes, un seul axone peut alors émettre plusieurs types de bourgeonnements, voire plusieurs pousses de même type (Figure 16D). La capacité des motoneurones à accroître le nombre de fibres musculaires au sein de leur UM, grâce au BA, par un facteur 3 à 8, a été mise en évidence par des expériences électrophysiologiques[8,9,10,11]. De plus, il a été démontré que, malgré une diminution du nombre d'UM lors de dénervations, les UM restantes compensaient par une augmentation de contractilité proportionnelle à l'importance de la dénervation[12,13].

Le bourgeonnement axonal est un paramètre fondamental à considérer dans la tentative de compréhension des mécanismes physiopathologiques responsables d'une perte motoneuronale, mais aussi dans les implications cliniques qu'il peut susciter dans le cadre de pathologies variées comme la poliomyélite, la sclérose latérale amyotrophique, les lésions nerveuses traumatiques partielles ou même les dénervations fonctionnelles.

Malgré les tentatives de compensation motrice mises en jeu dans ces pathologies, il a été clairement montré qu'une absence ou, à l'inverse, une trop grande activité neuro-musculaire était néfaste au bourgeonnement axonal dans les muscles partiellement dénervés de ces malades.

La compréhension des mécanismes sous-tendant ces effets contradictoires a conduit plus récemment, à proposer à ces patients des stratégies de rééducation basées sur des mobilisations musculaires modérées plus adaptées, favorisant le BA, et optimisant peut-être une récupération fonctionnelle potentielle.

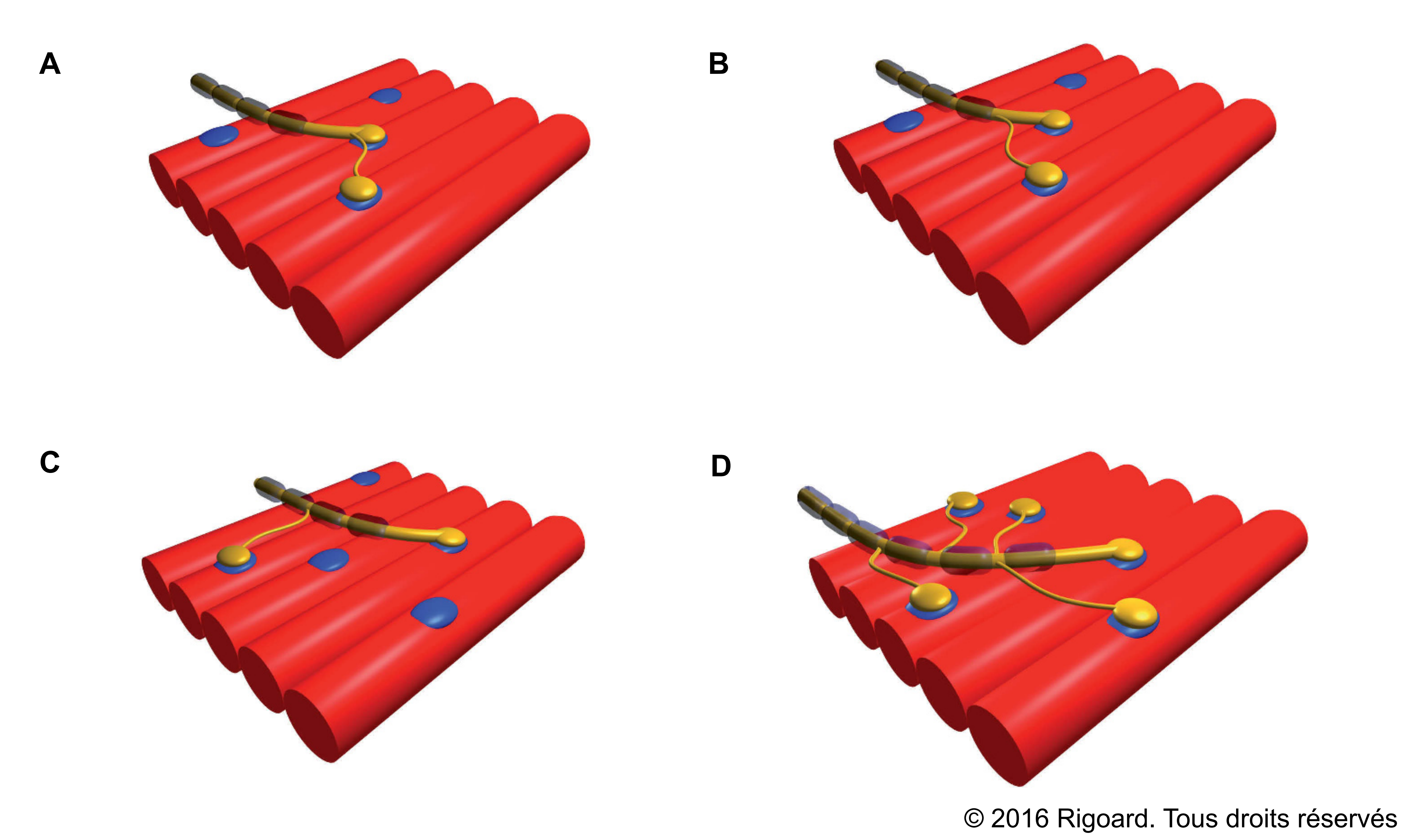


Figure 16. Bourgeonnement axonal (d'après Tam et al., 2001)

A : Émergence provenant de l'axone principal avant expansion dans les gouttières synaptiques

B : *Sprouting* pré-terminal émergeant à distance de la terminaison axonale

C : *Sprouting* nodal en regard des nœuds de Ranvier

D : Plusieurs types confondus

Facteurs neurotrophiques

Le bon déroulement des processus de dégénérescence/régénération requiert un système de communication cellulaire sophistiqué, déclenchant des cascades de signalisation cellulaire complexes, ainsi qu'un système de facteurs trophiques et tropiques élaboré, similaire à celui des processus inflammatoires. Des facteurs comme le NGF (*Neurotrophic Growth Factor*), ou le BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*) et bien d'autres ont été identifiés et participent à la survie cellulaire et sa maintenance en conditions normales. Le NGF est, par exemple, modulé de façon extrêmement dynamique par la cible du nerf périphérique puis transporté au niveau du corps cellulaire par le flux axonal rétrograde. Sa concentration au niveau du corps cellulaire diminue au cours d'un traumatisme. Elle pourrait être le facteur moléculaire déclenchant des processus de réparation. Ces facteurs neurotrophiques se lient à des récepteurs spécifiques qui transmettent la signalisation cellulaire et régulent l'activation de nombreux gènes. On retrouve par exemple ces récepteurs sur les cellules de Schwann formant les bandes de Hanke-Büngner, leur concentration augmentant après le traumatisme. Ils sont eux-même soumis à des mécanismes de régulation complexes. Le NGF est aussi retrouvé dans le cône de croissance et transmis au corps cellulaire de manière rétrograde stimulant ainsi continuellement la croissance axonale, de même qu'il la guide par une interaction avec les cellules de Schwann.

Conséquences fonctionnelles potentielles

La régénération axonale n'implique pas une récupération fonctionnelle *ad integrum*. Elle se termine par un processus de maturation au sein du nouvel axone à une vitesse, inférieure à celle de sa première phase de croissance, et pouvant durer jusqu'à un an. La remyélinisation suit un scénario superposable à celui observé au cours du développement aboutissant à un alignement de cellules de Schwann qui enveloppent chaque axone d'une gaine multilamellée de myéline. Elle débute dans les deux semaines qui suivent le début de la régénération axonale.

Récupération fonctionnelle

Elle ne nécessite pas obligatoirement une restitution parfaite de l'architecture nerveuse. Cependant, les effets d'une dénervation prolongée, altérant significativement la récupération fonctionnelle, sont proportionnels à sa durée d'évolution. Ils sont liés à la fois aux difficultés de régénération nerveuse mais aussi aux modifications de la cible au niveau périphérique et central (neuroplasticité). Le facteur clé de la régénération nerveuse est la conservation des membranes basales. Même en cas de récupération motrice significative, le pronostic fonctionnel est grevé par les déficits sensitifs concomitants, en particulier proprioceptifs. Les récepteurs sensitifs peuvent persister au-delà d'un an et permettre ainsi des reconnexions fonctionnelles. Le schéma sensitif est relativement bien conservé dans les lésions du premier et second degré du fait de la connexion des bons axones aux bons récepteurs. Après des lésions plus sévères et une réparation nerveuse, la récupération sensitive n'est jamais complète. Enfin, il faut souligner le caractère très médiocre de possibilité de régénération des fibres végétatives. De nombreux facteurs participent à cette défaillance, notamment l'impossibilité pour certains axones de regagner les récepteurs, l'existence de réinnervations croisées, ainsi qu'une possible dégradation de certains récepteurs ou, enfin, des modifications corticales liées à la neuroplasticité.

Neuroplasticité

Une lésion du nerf périphérique et sa régénération vont entraîner des modifications fonctionnelles des aires corticales correspondantes. Ces modifications se retrouvent au niveau des projections thalamiques, du tronc cérébral et probablement au niveau médullaire selon une séquence encore inconnue. Ce phénomène entre dans le cadre de la plasticité cérébrale. Le recouvrement sera total si les zones dénervées sont limitées, partiel si elles sont étendues avec des zones corticales résiduelles silencieuses. L'échéance de ces substitutions-réorganisations se divise en une première phase précoce de réactivation rapide de quelques heures, 24 heures après le traumatisme et en une seconde phase ensuite plus progressive. On observe les mêmes phénomènes sur le versant moteur. Au cours des lésions des nerfs périphériques, il existe des modifications sensorielles dues aux modifications corticales : des sensations aberrantes dues aux substitutions d'influx et à la sur-représentation des zones adjacentes générant une hyperpathie, des difficultés de localisation, une astéréognosie, une hypersensibilité (hyperesthésie, hyperpathie, dysesthésies). Les douleurs de membres fantômes trouvent une partie de leur substrat anatomique dans ces remaniements. La régénération du nerf périphérique, imparfaite, va de nouveau perturber cette organisation. La reconquête des aires de projection restera en général incomplète, même après une durée d'évolution longue. Elle se fait souvent dans le désordre, en patch, certaines zones réinnervées pouvant avoir plusieurs représentations ou aucune. Ces représentations peuvent être mal localisées. La dernière réorganisation aboutit à une aire de représentation corticale plus petite, dysharmonieuse, conservant des patchs de représentation des zones adjacentes. Ce compromis territorial est souvent générateur de dysfonctionnement.

Conclusion

La réponse du nerf périphérique à un traumatisme est unique et diffère de celle rencontrée au niveau du système nerveux central. Elle se déroule selon un processus complexe de dégénérescence et régénération qui demeure actuellement partiellement élucidé. Les progrès de la biologie moléculaire et cellulaire apportent un espoir supplémentaire quant à de futures avancées thérapeutiques médico-chirurgicales dans la prise en charge des lésions du nerf périphérique, en optimisant les capacités déjà étonnantes de régénération spontanée. Peut-être pourront-ils aussi permettre de mieux comprendre pourquoi le SNC ne possède pas de telles propriétés et apporter des stratégies de stimulation de la régénération au niveau du névraxe comme au niveau du système nerveux périphérique ?

Développement embryologique des nerfs périphériques

On distingue deux phases dans le développement des nerfs périphériques : la croissance des fibres pionnières et le développement des nerfs spinaux segmentaires.

Croissance des fibres pionnières

Les axones des motoneurones de la corne ventrale quittent le tube neural au moment où les premières fibres musculaires striées se forment dans le myotome par fusion cellulaire. Les axones en croissance comportent à leur extrémité un cône de croissance sur lequel se développent constamment des pseudopodes. Ceux-ci cherchent à se frayer un chemin à travers les cellules du sclérotome jusqu’à une fibre musculaire avec laquelle ils peuvent former une synapse (Figure 17). Les axones suivants orientent leur cône de croissance en fonction des fibres pionnières un peu plus avancées, ce qui augmente leurs chances d’atteindre leur organe terminal. Les axones mal orientés ou surnuméraires, qui ne peuvent trouver de fibre musculaire encore non innervée, dégénèrent. Les axones périphériques des cellules des ganglions spinaux sensitifs (issus de l’ébauche des ganglions spinaux) se raccordent aux voies nerveuses motrices, tandis que leurs axones centraux forment des synapses avec les neurones centraux de la lame alaire. Les axones ventraux suivent les myoblastes qui migrent dans la paroi abdominale ventrale et dans les bourgeons des extrémités. Les synapses se forment lors de la fusion de ces myoblastes en myotubes (Figure 17).

Développement des nerfs spinaux segmentaires

Lame fondamentale et lame alaire

Pendant la différenciation des neurones, le manteau embryonnaire s’épaissit et détermine la forme du tube neural. Le renflement ventral du manteau correspond à la lame fondamentale tandis que le renflement dorsal correspond à la lame alaire. Les lames fondamentale et alaire s’évaginent dans le canal épendymaire de sorte que le sillon limitant apparaît entre elles. Au niveau de la lame fondamentale se situent les motoneurones de la corne ventrale, dont les axones partent de la future moelle épinière par la racine ventrale. Au niveau de la lame alaire, on retrouve les neurones sensitifs sur lesquels se terminent les axones afférents issus des cellules des ganglions spinaux.

Voies nerveuses périphériques

Les fibres pionnières qui ont gagné leur cible déterminent la voie de progression des axones des nerfs spinaux. Elles conduisent par le plus court chemin les axones suivants vers les cellules cibles issues des somites. À chaque somite correspond un nerf spinal. Les axones forment une racine ventrale motrice et une racine dorsale sensitive, ainsi qu’une branche dorsale pour la musculature dorsale et une branche ventrale pour la musculature ventrale et les zones de peau correspondantes.

Formation de la gaine de myéline

Les cellules auxiliaires des axones des nerfs spinaux (cellules de Schwann) proviennent de la crête neurale. Elles migrent vers la périphérie avec les axones par l’ébauche du ganglion spinal. Elles forment les cellules d’enveloppe des fibres nerveuses périphériques en accueillant les axones dans une invagination profonde de leur membrane cellulaire (fibres non myélinisées). Dans les futures fibres myélinisées, la plicature de la membrane de la cellule de Schwann s’enroule plusieurs fois autour de l’axone.

1 Neurone sensitif
2 Fibre pionnière
3 Cône de croissance
4 Tube neural
5 Ganglion spinal
6 Motoneurone
7 Myotome
8 Racine dorsale
9 Racine ventrale
10 Lame alaire
11 Sillon limitant
12 Lame fondamentale

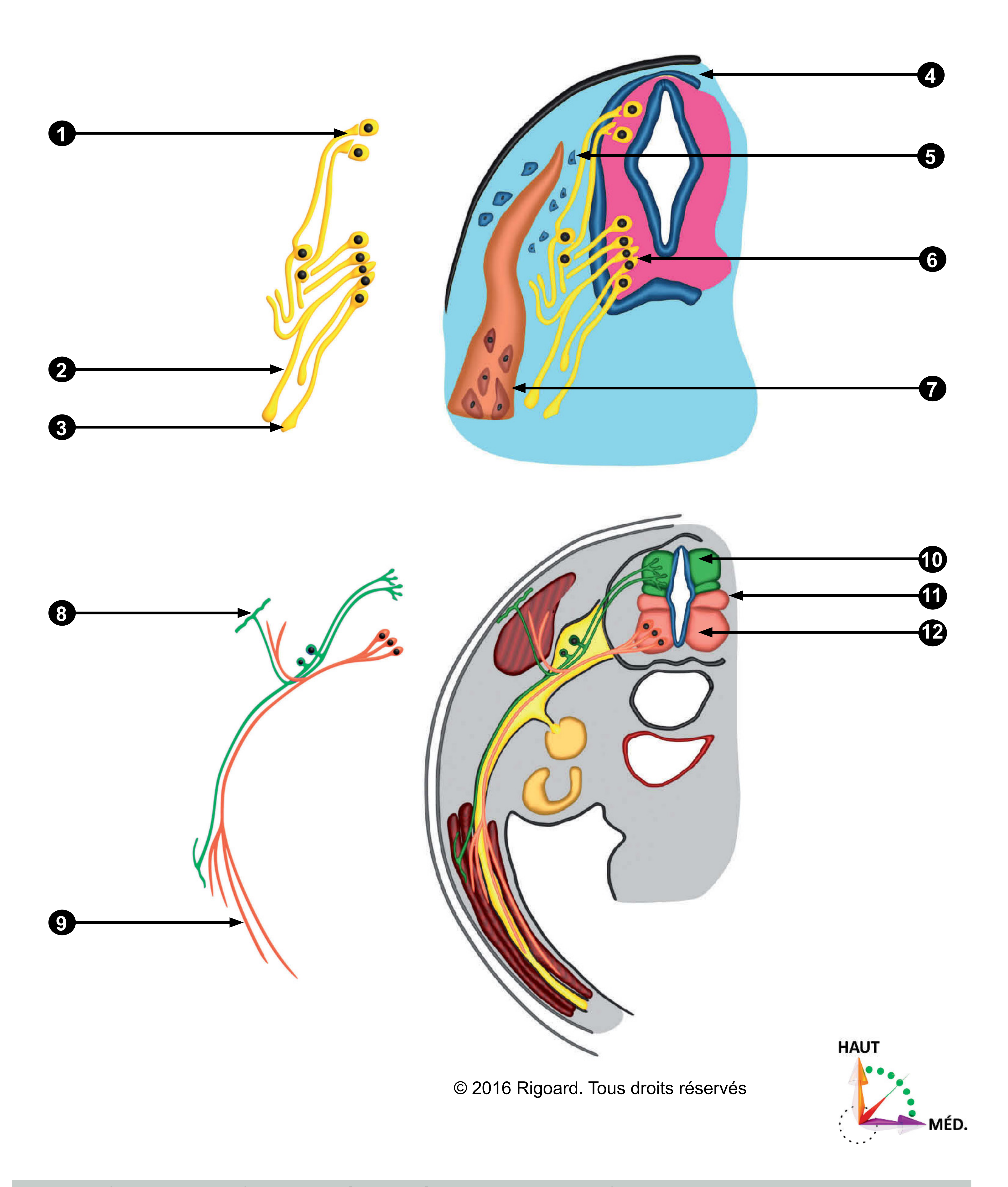


Figure 17. Croissance des fibres pionnières et développement des nerfs spinaux secondaires

Développement de l'innervation des membres

La complexité d'innervation des membres provient de l'intrication de plusieurs facteurs embryonnaires et constitutionnels. C'est la précocité de cette innervation et des connections entre les nerfs et les condensations mésenchymateuses primitives en résultant, qui seraient en fait à l'origine de la différenciation des groupes musculaires. Cette innervation débute de façon synchrone avec la formation des bourgeons des membres (Figure 18).

Plusieurs classifications d'embryogenèse se succèdent selon l'évolution du développement. Les stades décrits par Blechschmidt[19] commencent à partir de 23-26 jours d'embryogenèse.

Notion de moto-innervation

Juste après le début de la neurulation, aux alentours de la 5e semaine de développement, les nerfs croissent dans les bourgeons des membres à partir d'ébauches du plexus formés par des nerfs spinaux contigus. La division de la masse musculaire primitive par le sclérotome (ébauche des os) en deux groupes musculaires entraîne également une division des nerfs en deux contingents indépendants. Aux groupes musculaires dorsaux, extenseurs, correspondent les divisions des nerfs en branches dorsales et aux groupes musculaires ventraux, les fléchisseurs, les divisions des nerfs en branches ventrales. La migration des ébauches musculaires entraîne dans leur migration leur innervation. Ainsi, d'une manière générale, la plupart des muscles conservent une innervation dite « originelle ».

Notion d'innervation cutanée

Chez l'embryon, l'innervation cutanée se distribue sur les parois du tronc en bandes segmentaires appelées dermatomes.

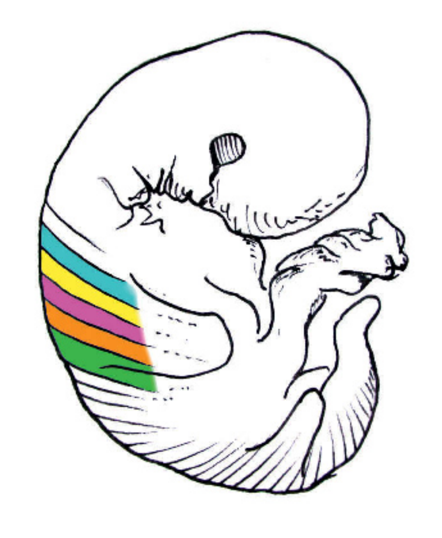
Lorsque les bourgeons des membres font leur apparition, les dermatomes qui les recouvrent se modifient. Il existe un allongement de ces derniers qui, finalement, en s'évaginant du tronc, s'excluent de l'innervation de la future paroi thoraco-abdominale.

En 1893, un physiologiste anglais, le Docteur Sherrington, a démontré expérimentalement qu'une même aire cutanée était innervée par plusieurs rameaux dorsaux chez le singe[20]. Mais ces études n'étaient alors réalisées que sur des modèles animaux. Chez l'Homme, les dermatomes ont d'abord été mis en évidence dans un cadre pathologique. Henry Head[21] a alors montré qu'une infection zostérienne occasionnait une éruption cutanée et une hyperalgésie sur un territoire très précis observé de façon identique chez plusieurs sujets.

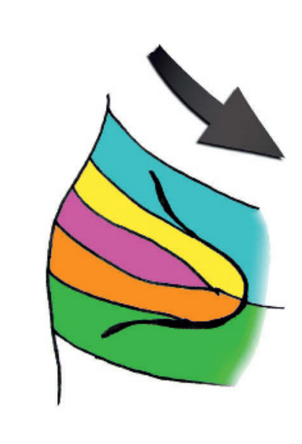
Quelques années après, en 1933, Foerster[22] a fourni une description remarquable des dermatomes basée sur des sections chirurgicales de différents rameaux dorsaux, dans le cadre des premières chirurgies sur patients spastiques et en analysant les cas de lésions nerveuses liées à des tumeurs ou d'autres causes. Sa cartographie des dermatomes correspondait étroitement à celle qui avait été proposée par Head quelques années auparavant et par Sherrington chez le singe. À cette description anatomique s'ajoute en 1948 celle de Keegan et Garrett[23], qui réviseront la description de Foerster. Leur description est basée sur la constatation qu'une hernie discale compressive entraîne une hypoesthésie dans un territoire précis, relativement constant, cohérent avec la notion de dermatome décrite précédemment. Le postulat initial affirme qu'une telle compression est monoradiculaire. Ainsi, leur description est encore utilisée par une majorité des ouvrages récents.

Cette conséquence du développement des membres explique pourquoi le dermatome C4 se retrouve immédiatement adjacent au dermatome T2 au niveau de la paroi thoracique et pourquoi les dermatomes L2 et S3 se retrouvent également contigus plus caudalement. Les dermatomes intermédiaires entre C5 et T1 sont destinés à l'innervation des membres supérieurs. Les dermatomes intermédiaires entre L3 et S2 sont destinés à l'innervation des extrémités des membres inférieurs.

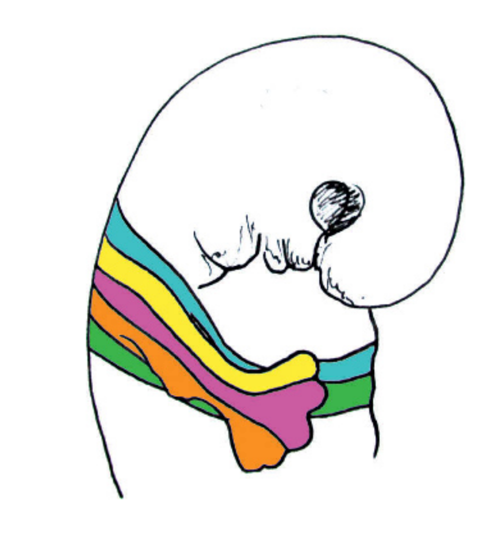
Au niveau de ces derniers, la migration des métamères dans la formation des membres est rendue plus complexe par un phénomène de torsion, responsable d'une rotation des dermatomes innervants les membres inférieurs.



STADE 13 DE BLECHSCHMIDT



STADE 14 DE BLECHSCHMIDT



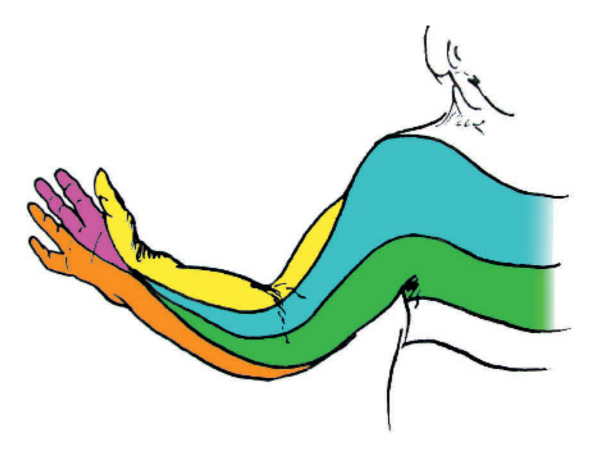
STADE 17 DE BLECHSCHMIDT



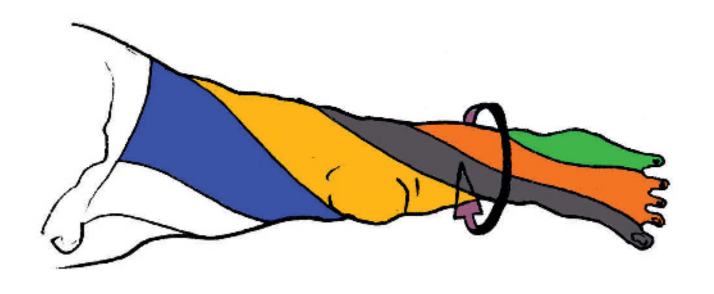
STADE 20 DE BLECHSCHMIDT



STADE 20 DE BLECHSCHMIDT



STADE 23 DE BLECHSCHMIDT



STADE 23 DE BLECHSCHMIDT

Figure 18. Embryogenèse et ébauches des dermatomes chez l'embryon humain (d'après Blechschmidt et al., 2011)

Origine et constitution des nerfs des membres

Les nerfs des membres proviennent de nerfs spinaux, reliés au névraxe par deux racines : la racine antérieure motrice et la racine postérieure sensitive, d'où deux types d'innervation radiculaire :

- l'innervation radiculaire, motrice, destinée à certains groupes musculaires d'origine commune. Chaque muscle reçoit en général son innervation motrice de plusieurs nerfs spinaux ce qui explique qu'une lésion radiculaire provoque assez rarement une paralysie motrice complète ;

- l'innervation radiculaire sensitive correspondant à un territoire cutané précis, appelé dermatome.

En fonction de leur localisation, les territoires d'innervation des nerfs spinaux gardent ou non une disposition métamérique dans leur ensemble.

Les rameaux dorsaux et ventraux destinés au tronc conservent une organisation métamérique. Les branches destinées aux membres, en revanche, voient leurs neurofibres s'entremêler au niveau de centres de relais périphériques, véritables gares de triage, constituant les plexus des membres. Un nerf des membres peut donc provenir de neurofibres motrices et sensitives issues de différents nerfs spinaux. Ceci explique qu'un territoire cutané sensitif chevauche celui des nerfs spinaux adjacents et donc plusieurs dermatomes.

En ce qui concerne les dermatomes, plusieurs études se sont succédées et ont permis d'obtenir des représentations différentes selon les auteurs. Actuellement, nous utilisons principalement la représentation de Keegan et Garrett, sans oublier qu'il existe une variabilité individuelle (Figure 19). On constate notamment au niveau des territoires sensitifs que l'innervation de la main reste difficile à généraliser par sa variabilité (Figure 20).

La représentation des dermatomes est primordiale dans le diagnostic des lésions médullaires. Le déficit sensitif et l'irritation lésionnelle permettent de localiser le niveau de la lésion. Cependant, les limites des dermatomes se chevauchent, ce qui explique que la clinique ne soit pas en parfait accord avec la description anatomique (Figure 21).

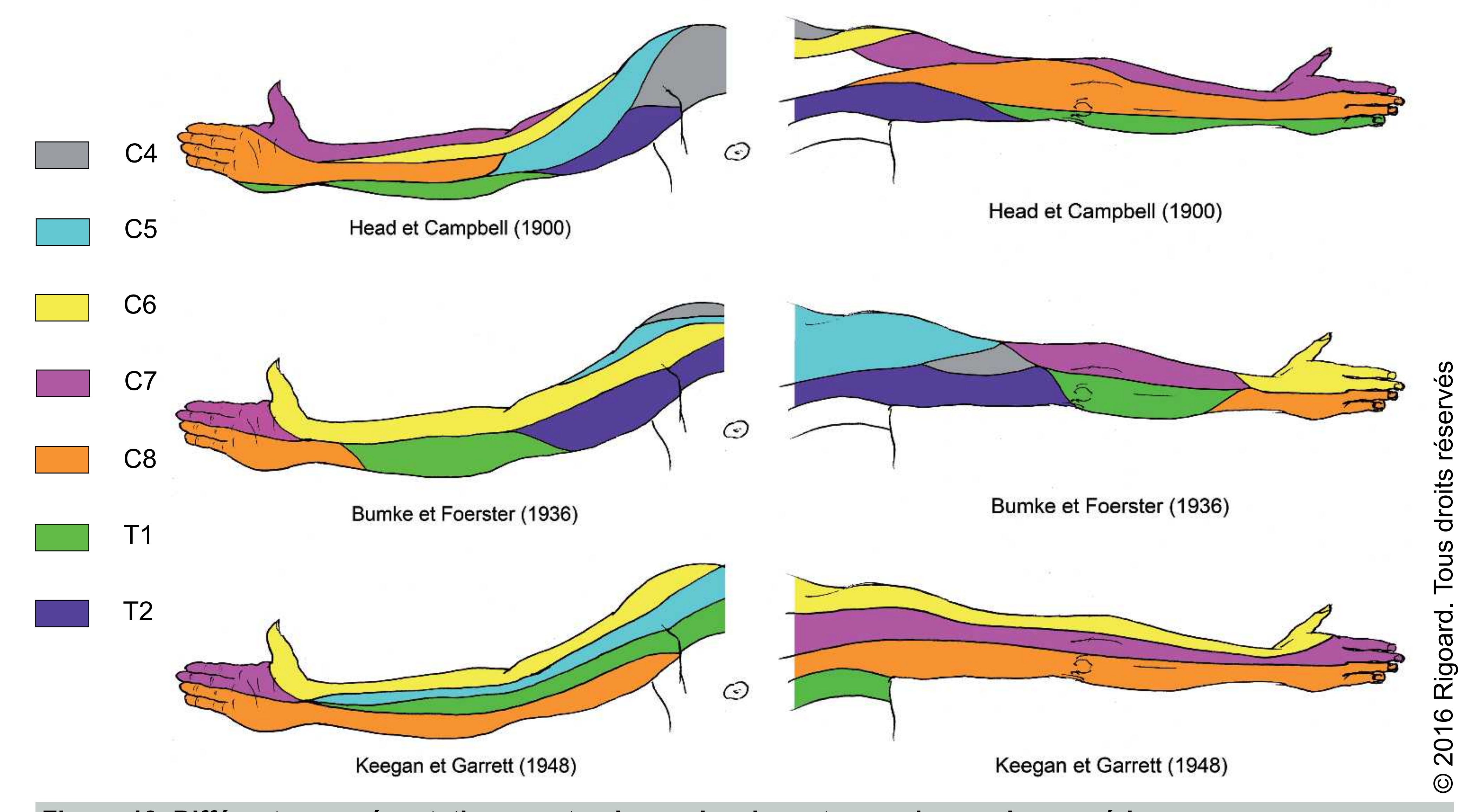


Figure 19. Différentes représentations anatomiques des dermatomes du membre supérieur

Nerf axillaire

Nerf radial

Nerf musculo-cutané

Nerf médian

Nerf ulnaire

Nerf cutané médial de l'avant-bras

Nerf cutané médial du bras

Figure 20. Territoires d'innervation sensitive des nerfs du membre supérieur et ses variations à la main

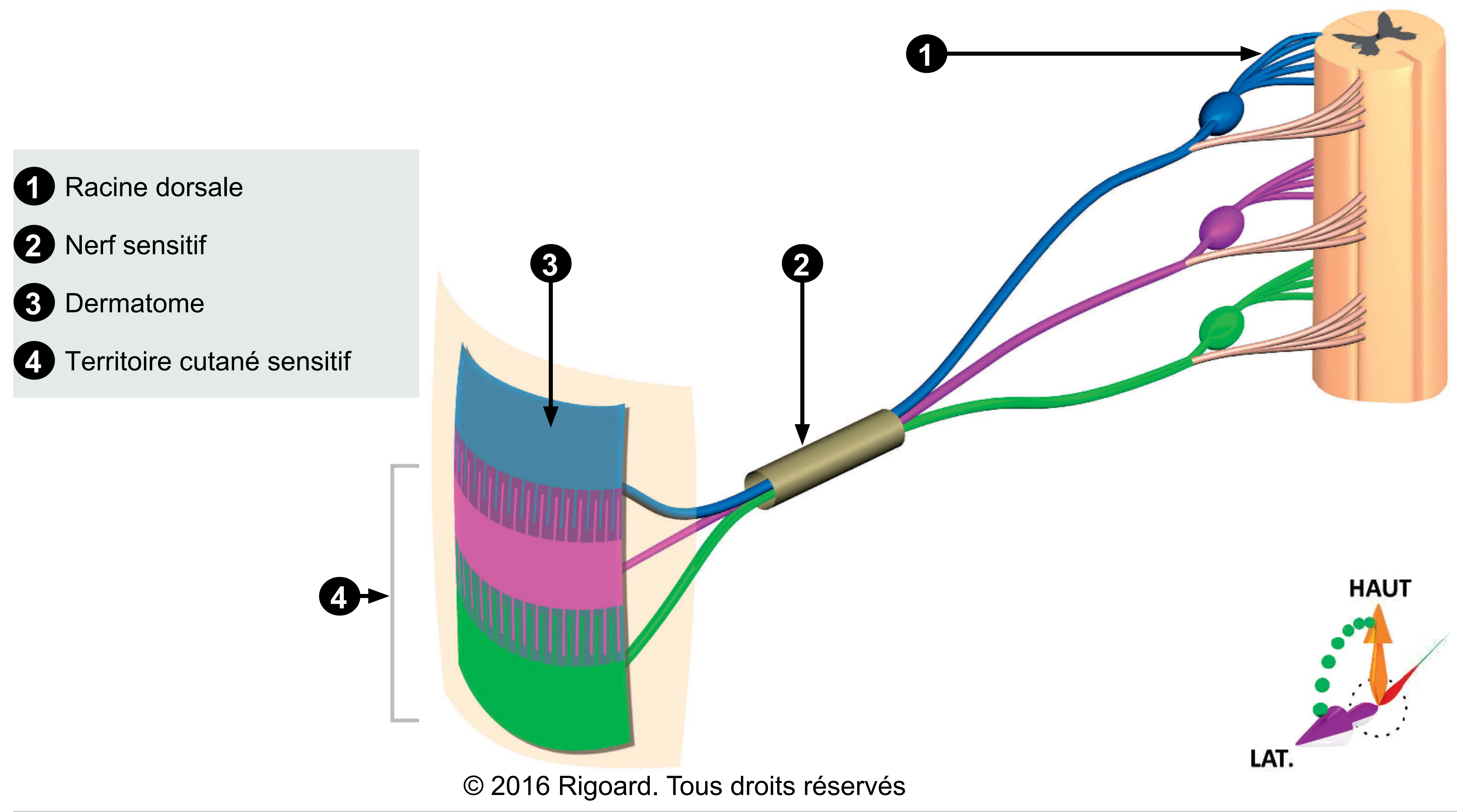


Figure 21. Innervation cutanée et notion de dermatome

En ce qui concerne les dermatomes lombaires et sacrés, les premières observations rapportées datent de 1886. Un chirurgien anglais, William Thorburn, s’est basé sur les troubles sensitifs de patients atteints de lésions de la moelle spinale[24]. Ses premières observations concernaient des lésions de la moelle cervicale et, en 1888, des lésions des racines de la queue de cheval[25]. L’article issu de ces observations parut en 1893[26], la même année que Sherrington. Cet article représentait uniquement les dermatomes lombaires et sacrés et certaines racines n’étaient pas représentées.

À la même période, M.A. Starr[27], un chirurgien américain, décrivait également une cartographie des dermatomes lombaires et sacrés. Celle-ci avait pour la face antérieure du membre inférieur des limites qui allaient évoluer avec les études qui suivirent, mais sa face postérieure était déjà un prémice de l’étude de 1948 de Keegan et Garrett.

À ces études purement anatomiques, s’ajoutent des explications embryologiques. Celles-ci concernent la disposition segmentaire des dermatomes et la superposition des territoires cutanés radiculaires (Figures 22 et 23). Cette disposition en bandes correspond au développement des racines dorsales de l’embryon. À partir du neuroectoderme, ces bandes s’allongent en distalité. Aux membres inférieurs, ce développement s’accompagne d’une rotation médiale et vers l’intérieur du membre qui explique la disposition imparfaitement linéaire de ces dermatomes.

Ainsi, lors de l’atteinte d’une racine nerveuse, l’hypoesthésie engendrée peut être masquée au moins partiellement par les territoires adjacents. Les fibres nerveuses, lors de leur développement embryonnaire, débordent également sur les territoires des racines sus- et sous-jacentes. Le bloc d’une racine n’induit donc qu’une anesthésie incomplète du dermatome correspondant.

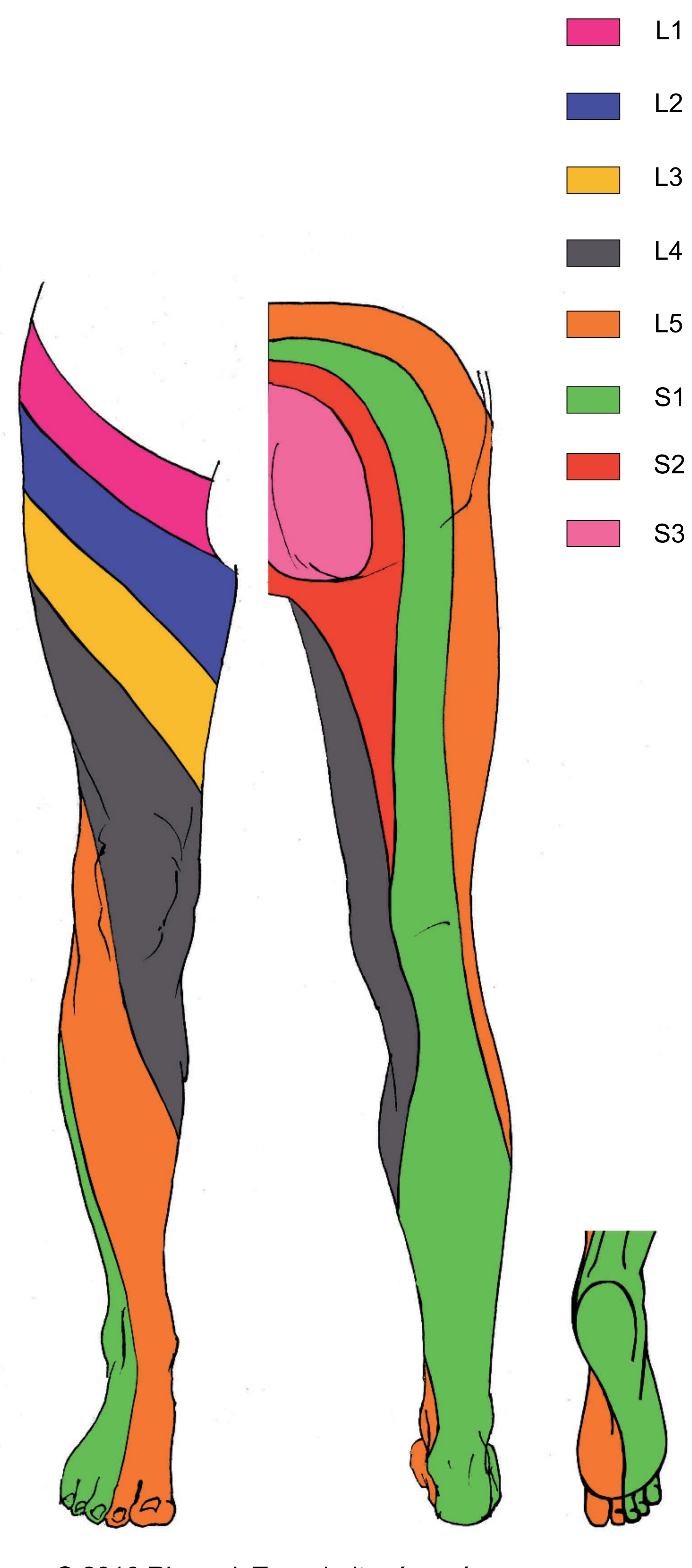


Figure 22. Dermatomes du membre inférieur

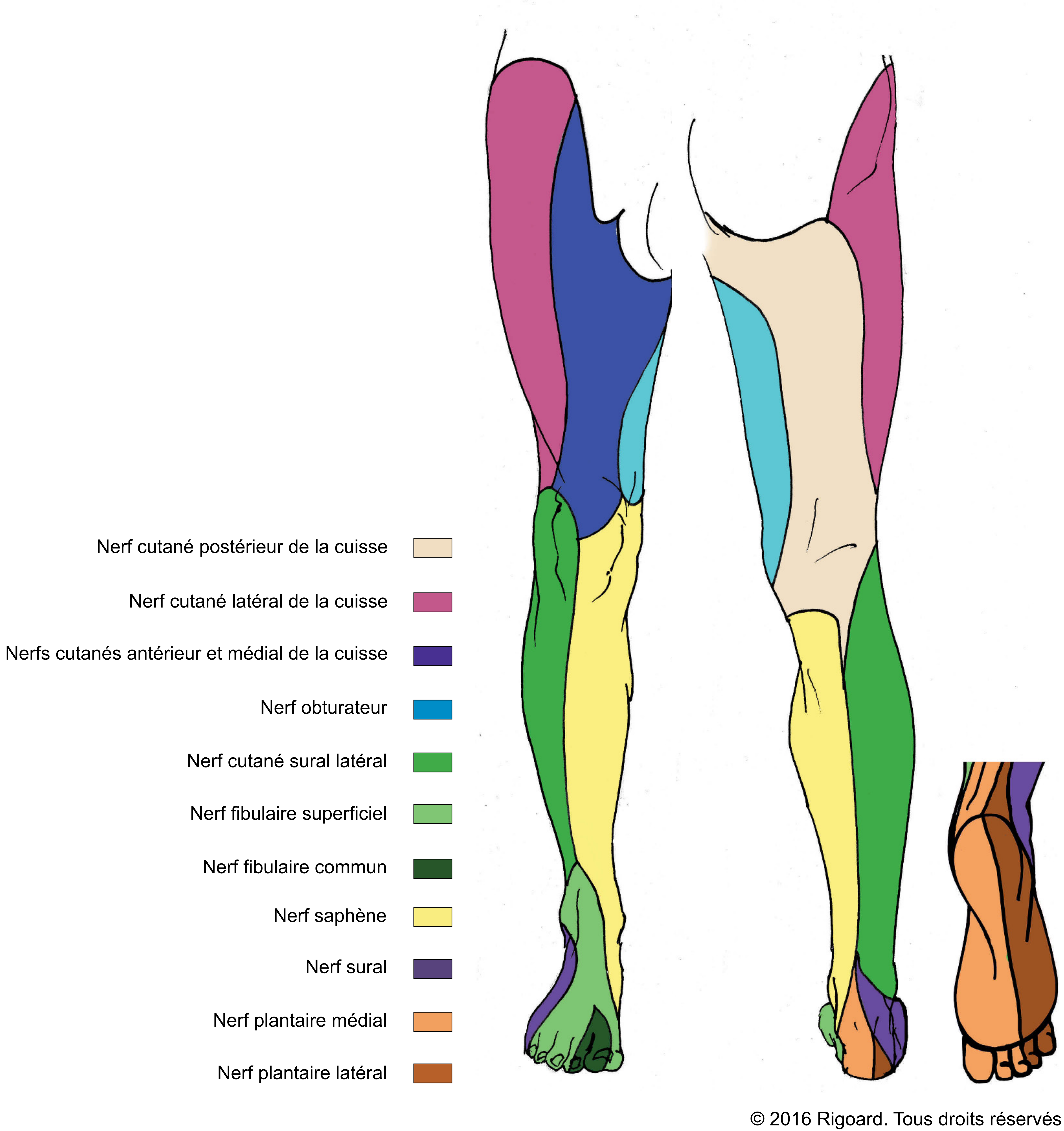


Figure 23. Territoires d'innervation sensitive des nerfs du membre inférieur

Des éléments embryologiques évoqués ci-dessus découle la formation des plexus nerveux. La séparation des masses musculaires antérieures et postérieures des membres lors des stades précoces de développement définit le caractère fléchisseur ou extenseur prédominant de tel ou tel muscle, ainsi que la peau adjacente à innerver. Ces muscles sont donc innervés respectivement par des divisions antérieures ou postérieures des nerfs correspondants.

Aux limites céphaliques (pré-axiales) et caudales (post-axiales) des membres, quelques muscles peuvent dériver à la fois de la musculature antérieure et postérieure. Ces muscles se retrouvent donc innervés par les divisions nerveuses antérieures et postérieures. Un exemple classique est le muscle brachial qui reçoit les branches à la fois du nerf radial et du nerf musculo-cutané.

Ainsi, à partir des racines ventrales des nerfs spinaux, des connexions élaborées se regroupent en plexus extensifs, au sein desquels une projection somatotopique est précisément définie. Chaque nerf périphérique issu de ces plexus contient des fibres appartenant à deux, trois, quatre ou cinq rameaux ventraux de nerfs spinaux (*cf.* notion de dermatome). De manière étagée, dans l'axe crânio-caudal, on retrouve donc successivement en avant et latéralement du rachis, le plexus cervical, le plexus brachial (Figure 24) et le plexus lombo-sacré (Figure 25). Les deux derniers intéresseront l'innervation periphérique des membres.

Pour chaque plexus, on doit donc distinguer en leur sein, les afférences post-plexiques, correspondant plutôt à des branches de division antérieure des troncs primaires en amont des plexus (*cf.* ci-après, par exemple le nerf musculo-cutané, le nerf médian ou le nerf ulnaire pour le plexus brachial, le nerf obturateur ou le nerf tibial pour le plexus lombo-sacré), tandis que le nerf radial et le nerf axillaire résultent plutôt de divisions postérieures des rameaux ventraux pré-plexiques issus de C6, C7 et C8 (pour le plexus brachial). Le nerf fibulaire résulte quant à lui des branches de division postérieures des rameaux ventraux de L4, L5, S1 et S2.

Un ultime degré de complexité doit être intégré à cette notion de plexus. Les neurofibres appartenant au nerf tibial et au nerf fibulaire, correspondant à des territoires d'innervation antérieurs et postérieurs, peuvent se retrouver dans une gaine nerveuse périphérique commune alors que leur indépendance est identifiable directement en post-plexique au niveau de la fesse. Elles empruntent par exemple le tronc du nerf sciatique jusqu'à une division apparente au niveau de la partie haute du creux poplité alors que la division réelle de ces fibres s'effectue au niveau de la fesse, à l'origine du tronc sciatique.

La connaissance de la distribution musculaire et cutanée résultant de ce métissage de fibres est d'importance capitale pour le clinicien et l'électrophysiologiste afin de déterminer précisément le niveau d'atteinte du nerf périphérique lésé (radiculaire/tronculaire/distal).

Il est intéressant de noter que ce phénomène est également observé au niveau de certains nerfs crâniens, équivalents des nerfs spinaux à l'étage encéphalique. Il existe par exemple un contingent nerveux, émergeant du noyau laryngé du nerf spinal (XI) au niveau intra-crânien, lequel « emprunte » ensuite la gaine du nerf vague (X) au niveau cervical. Il s'en détachera finalement un peu plus bas pour innerver le larynx de manière rétrograde, *via* le nerf récurrent laryngé, branche physique du X mais correspondant bien à un contingent du XI... (*cf.* tome III).

Cette complexité relative de formation des plexus, notamment brachial et lombo-sacré, entraîne inévitablement une variabilité inter-individuelle importante. Cette variabilité peut concerner la distribution des rameaux ventraux des nerfs spinaux au sein des nerfs périphériques, autant que les rameaux dorsaux. La constitution du plexus brachial, par exemple, a pu être décrite de manière éminemment variable, quant à l'implication des racines C4 à T2.

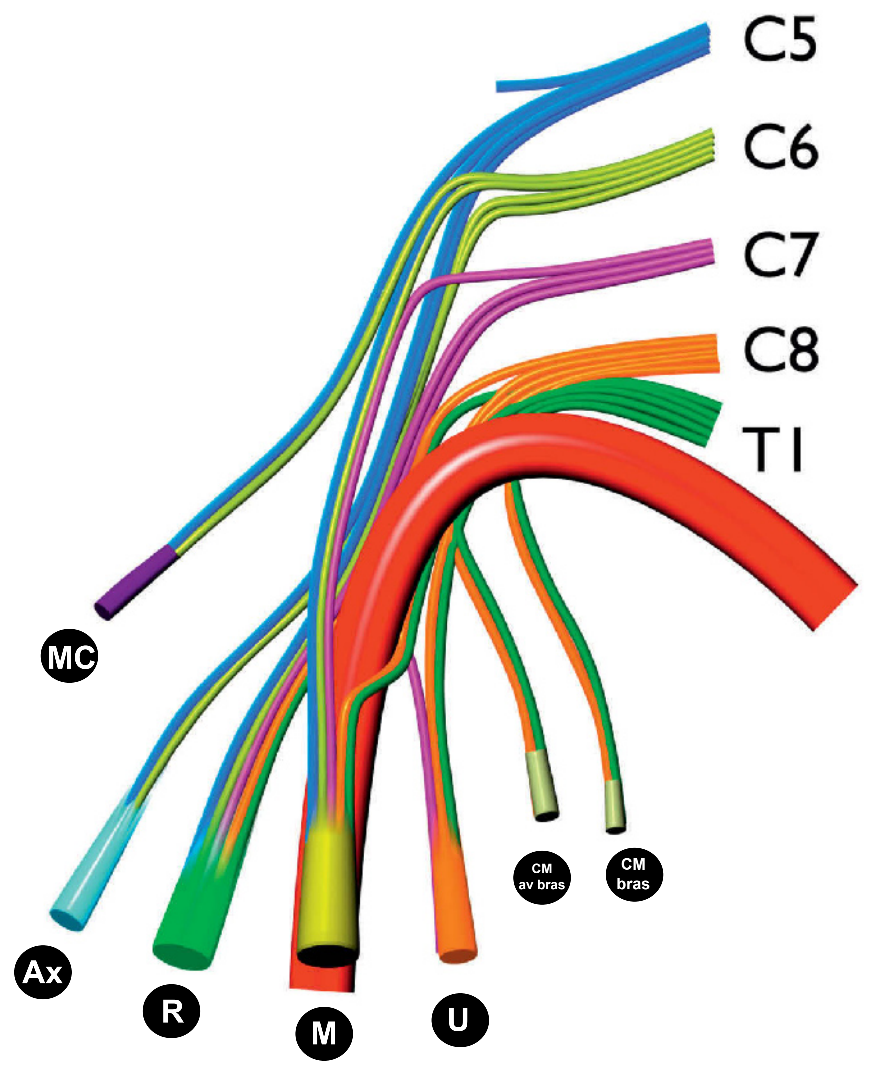


Figure 24. Un exemple de plexus : le plexus brachial

Figure 25. Vue générale et éclatée du plexus lombaire, sacré et lombo-sacré

Bibliographie

1. ERLANGER, J., GASSER, H.S. The action potential in fibers of slow conduction in spinal roots and somatic nerves. American Journal of Physiology-Legacy Content, 1930, vol. 92, n° 1, p. 43-82.

2. HUNT, C.C. Relation of function to diameter in afferent fibers of muscle nerves. The Journal of general physiology, 1954, vol. 38, n° 1, p. 117-131.

3. H. SEDDON. Three types of nerve injuries. Brain, 1943, 66.

4. SUNDERLAND, S. Classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. Brain, 1951, 74: 491.

5. GRIMBY, G., EINARSSON, G., HEDBERG, M. *et al.* Muscle adaptive changes in post-polio subjects. Scandinavian journal of rehabilitation medicine, 1988, vol. 21, n° 1, p. 19-26.

6. TROJAN, D.A., GENDRON, D., CASHMAN, N.R. Electrophysiology and electrodiagnosis of the post-polio motor unit. Orthopedics, 1991, vol. 14, n° 12, p. 1353.

7. FU, S.Y., GORDON, T. The cellular and molecular basis of peripheral nerve regeneration. Molecular neurobiology, 1997, vol. 14, n° 1-2, p. 67-116.

8. BROWN, M.C., IRONTON, R. Sprouting and regression of neuromuscular synapses in partially denervated mammalian muscles. The Journal of physiology, 1978, vol. 278, n° 1, p. 325-348.

9. VRBOVÁ, G., WIJETUNGE, A. *et al.* Partial denervation of the rat soleus muscle at two different developmental stages. Neuroscience, 1989, vol. 28, n° 3, p. 755-763.

10. GORDON, T., PATTULLO, M.C. Plasticity of muscle fiber and motor unit types. Exercise and sport sciences reviews, 1993, vol. 21, n° 1, p. 331-362.

11. JANSEN, J.K., Fladby, T. The perinatal reorganization of the innervations of skeletal muscle in mammals. Progr. Neurobiol., 1990, 34, p. 39-90.

12. RAFUSE, V.F., GORDON, T., OROZCO, R. Proportional enlargement of motor units after partial denervation of cat triceps surae muscles. Journal of neurophysiology, 1992, vol. 68, n° 4, p. 1261-1276.

13. TAM, S.L., ARCHIBALD, V., JASSAR, B. *et al*. Increased neuromuscular activity reduces sprouting in partially denervated muscles. The Journal of Neuroscience, 2001, vol. 21, n° 2, p. 654-667.

14. THOMPSON, W., JANSEN, J.K.S. The extent of sprouting of remaining motor units in partly denervated immature and adult rat soleus muscle. Neuroscience, 1977, vol. 2, n° 4, p. 523-535.

15. YANG, J.F., STEIN, R.B., JHAMANDAS, J. *et al*. Motor unit numbers and contractile properties after spinal cord injury. Annals of neurology, 1990, vol. 28, n° 4, p. 496-502.

16. LUFF, A.R., HATCHER, D.D., TORKKO, K. Enlarged motor units resulting from partial denervation of cat hindlimb muscles. Journal of neurophysiology, 1988, vol. 59, n° 5, p. 1377-1394.

17. RAFUSE, V.F., GORDON, T. Self-reinnervated cat medial gastrocnemius muscles. I. comparisons of the capacity for regenerating nerves to form enlarged motor units after extensive peripheral nerve injuries. Journal of neurophysiology, 1996, vol. 75, n° 1, p. 268-281.

18. RAFUSE, V.F., GORDON, T.. Self-reinnervated cat medial gastrocnemius muscles. II. Analysis of the mechanisms and significance of fiber type grouping in reinnervated muscles. Journal of neurophysiology, 1996, vol. 75, n° 1, p. 282-297.

19. BLECHSCHMIDT, E., BÖTTCHER, G., JUBINE, J. Comment commence la vie humaine de l'œuf à l'embryon : observations et conclusions. Vannes : Sully ; 2011.

20. SHERRINGTON, C. Experiments in examination of the peripheral distribution of the fibres of the posterior roots spinal nerves. Philos. Trans., 1893, B(190), p. 45-186.

21. HEAD, H. The pathology of herpes zoster and its bearing in sensory localization. Brain, 1900, 23, p. 353-523.

22. FOERSTER, O. The dermatomes in man. Brain, 1933, 56, p. 1-39.

23. KEEGAN, J.J., GARRETT, F.D. The segmental distribution of the cutaneous nerves in the limbs of man. Anat. Rec., 1948, 102, p. 409-437.

24. THORBURN, W. The distribution of paralysis and anaesthesia in injuries of the cervical region of the spinal cord. Br. Med. J., 1888, 2, p. 1382-1385.

25. THORBURN, W. Spinal localisations as indicated by spinal injuries in the lumbosacral region. Br. Med. J., 1889, 1(1479), p. 993-994.

26. THORBURN, W. Note on a group of symptoms commonly attributed to dislocation of the neck. Br. Med. J., 1893, 1(1676), p. 287-288.

27. STARR M. Local anesthesia as a guide in the diagnosis of the lower spinal cord. Am. J. Med. Sci., 1892, 104, p. 14-35.

Références

DELMOTTE, A., RIGOARD, S., BUFFENOIR, K. *et al*. Physiologie du nerf traumatisé. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S13-S21.

D'HOUTAUD, S., BUFFENOIR, K., SZTERMER, E. *et al*. Mécanismes contrôlant le bourgeonnement axonal à la jonction neuromusculaire. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S63-S68.

D'HOUTAUD, S., SZTERMER, E., BUFFENOIR, K. *et al*. Formation et régénération synaptique. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S49-S62.

KEIRSTEAD, H.S., MORGAN, S.V., WILBY, M.J. *et al*. Enhanced axonal regeneration following combined demyelination plus schwann cell transplantation therapy in the injured adult spinal cord. Exp Neurol. 1999 Sep;159(1):225-36.

LLOYD, D.P., HUNT, C.C., MCINTYRE, A.K. Transmission in fractionated monosynaptic spinal reflex systems. J Gen Physiol. 1955 Jan 20;38(3):307-17.

RAJU, T.N. The Nobel chronicles: Joseph Erlanger (1874-1965). Lancet. 1999 Mar 6;353(9155):851.

RIGOARD, P., BUFFENOIR, K., BAUCHE, S. *et al*. Organisation structurale, moléculaire, formation et maturation de la jonction neuromusculaire. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S34-S42.

RIGOARD, P., BUFFENOIR, K., WAGER, M. *et al*. Organisation anatomique et physiologique du nerf périphérique. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S3-S12.

RIGOARD, P., CHAILLOU, M., FARES, M. *et al*. Applications énergétiques : Na/K-ATPase et transmission neuromusculaire. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S92-S103.

RIGOARD, P., LAPIERRE, F. Rappels sur le nerf périphérique. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, n° 4, p. 360-374.

RIGOARD, S., WAGER, M., BUFFENOIR, K. *et al*. Principaux mécanismes impliqués dans la transmission synaptique au sein de l'appareil neuromusculaire. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S22-S33.

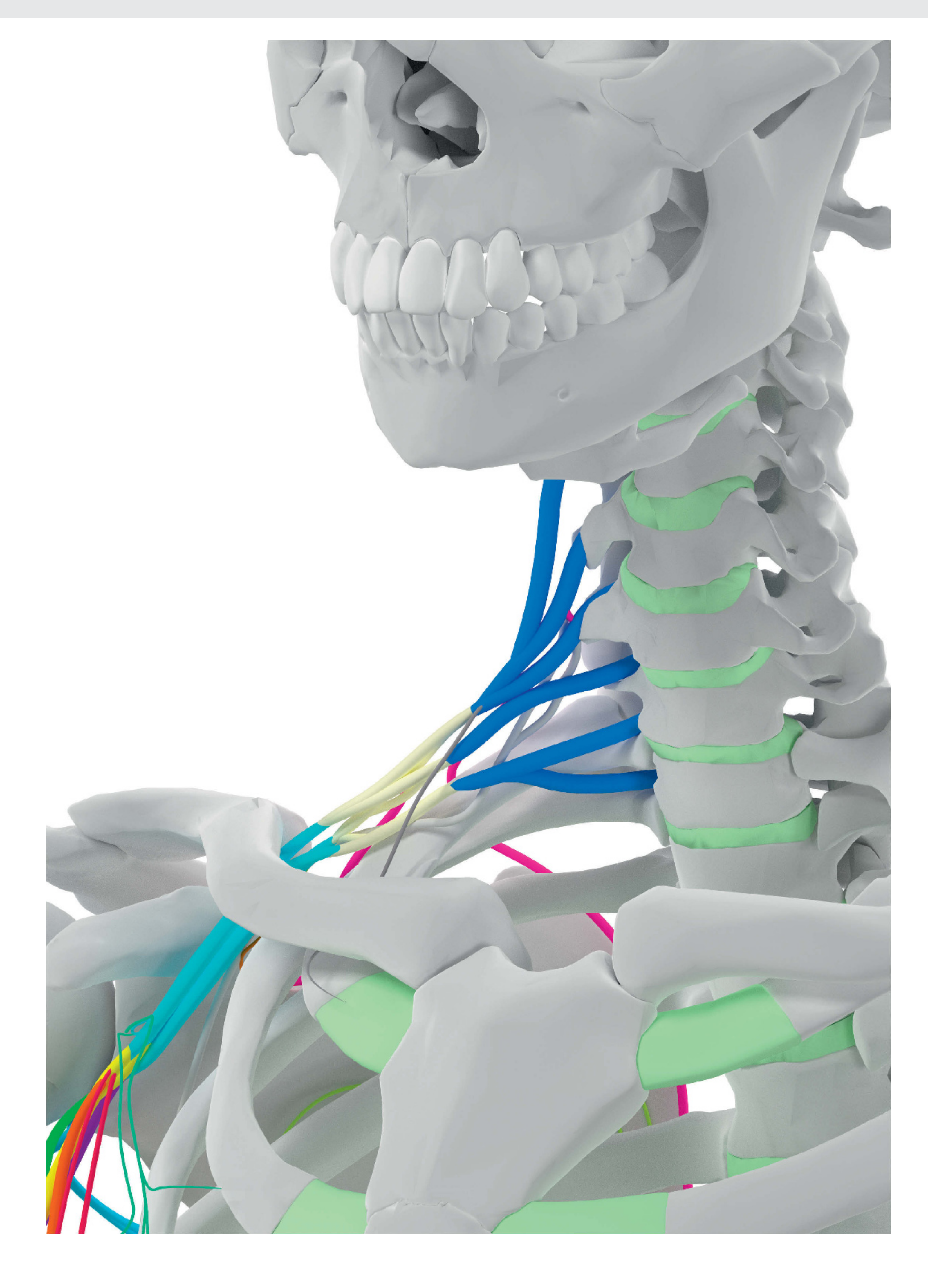
SANES, J.R., LICHTMAN, J.W. Development of the vertebrate neuromuscular junction. Annual review of neuroscience, 1999, vol. 22, n° 1, p. 389-442.

VALENZUELA, D.M., STITT, T.N., DISTEFANO, P.S. *et al*. Receptor tyrosine kinase specific for the skeletal muscle lineage: expression in embryonic muscle, at the neuromuscular junction, and after injury. Neuron. 1995 Sep;15(3):573-84.

ZHOU, H., GLASS, D.J., YANCOPOULOS, G.D. *et al*. Distinct domains of MuSK mediate its abilities to induce and to associate with postsynaptic specializations. J Cell Biol. 1999 Sep 6;146(5):1133-46.

II
MEMBRE SUPÉRIEUR

PLEXUS BRACHIAL



Données morphologiques

Le plexus brachial assure l'innervation sensitivo-motrice du membre supérieur. Il est constitué par la réunion des branches antérieures des quatre derniers nerfs cervicaux (C5, C6, C7 et C8) et de la première racine thoracique (T1). Il existe parfois un apport significatif des fibres provenant de C4 ou de T2. Les lésions du plexus brachial sont fréquentes chez le nouveau-né, en rapport avec une traction obstétricale et chez l'adulte jeune, essentiellement en rapport avec un traumatisme du rachis cervical inférieur. Le plexus réunit les racines spinales en troncs, se divisant eux-mêmes en faisceaux.

Il existe trois troncs : le tronc supérieur provenant de la réunion des rameaux ventraux de C5 et C6, le tronc moyen provenant du rameau ventral de C7, le tronc inférieur provenant de la réunion des rameaux ventraux de C8 et T1.

Chaque tronc se divise en deux, une division antérieure et une division postérieure, mélangeant leurs fibres à leur tour pour constituer les faisceaux.

Les faisceaux sont au nombre de trois : le faisceau latéral, provenant d'une division antérieure des troncs supérieur et moyen, le faisceau médial provenant de la division antérieure du tronc inférieur, le faisceau postérieur provenant des divisions postérieures des trois troncs. Le faisceau latéral peut contenir des rameaux de la division antérieure du tronc inférieur du plexus brachial, ou de la division postérieure du tronc supérieur.

Les faisceaux tiennent leur dénomination de leur position par rapport à la partie infra-claviculaire de l'artère axillaire.

Les nerfs périphériques du membre supérieur naissent des faisceaux (Figures PB1,PB2).

En provenant du faisceau latéral, on retrouve : le nerf musculo-cutané (MC) et la racine latérale du nerf médian (M).

En provenant du faisceau médial, on retrouve : la racine médiale du nerf médian (M), le nerf ulnaire (U), le nerf cutané médial de l'avant-bras (CM av bras), le nerf cutané médial du bras (CM bras).

En provenance du faisceau postérieur, on retrouve : le nerf radial (R) et le nerf axillaire (Ax).

Au niveau cervical, le plexus délivre plusieurs branches collatérales :

- des rameaux musculaires pour les muscles scalènes et long du cou ;

- le nerf dorsal de la scapula (DS), innervant le muscle élévateur de la scapula et les rhomboïdes ;

- le nerf thoracique long (TL), innervant le muscle dentelé antérieur ;

- le nerf du sub-clavier, innervant le muscle homonyme ;

- le nerf supra-scapulaire (SSc), innervant les muscles supra- et infra-épineux ainsi que les articulations de l'épaule.

Au niveau axillaire, le plexus décoche d'autres collatérales :

- les nerfs pectoraux, médial (PM) et latéral (PL) ;

- les nerfs sub-scapulaires supérieur et inférieur ;

- le nerf thoraco-dorsal pour le muscle grand dorsal.

Le plexus brachial s'anastomose avec le plexus cervical par l'intermédiaire de C4, avec le nerf phrénique (Ph) par l'intermédiaire de C5 et avec le système nerveux végétatif.

À noter qu'il existe parfois un apport significatif des fibres provenant de C4[1] ou de T2. Selon Harris, lorsque la racine C4 fournit des fibres au plexus brachial, il s'agit de fibres provenant exclusivement du nerf phrénique, lui-même issu de C4. Quelques années plus tard, Kerr[2] rapporte plusieurs descriptions de plexus brachiaux formés de rameaux ventraux de C4 distincts des fibres du nerf phrénique.

Selon Billet, il n'existe que deux troncs primaires du plexus brachial, un tronc superficiel situé au-dessus d'un tronc profond[3]. Fénart, en 1958, propose trois types principaux de formation du plexus brachial[4].

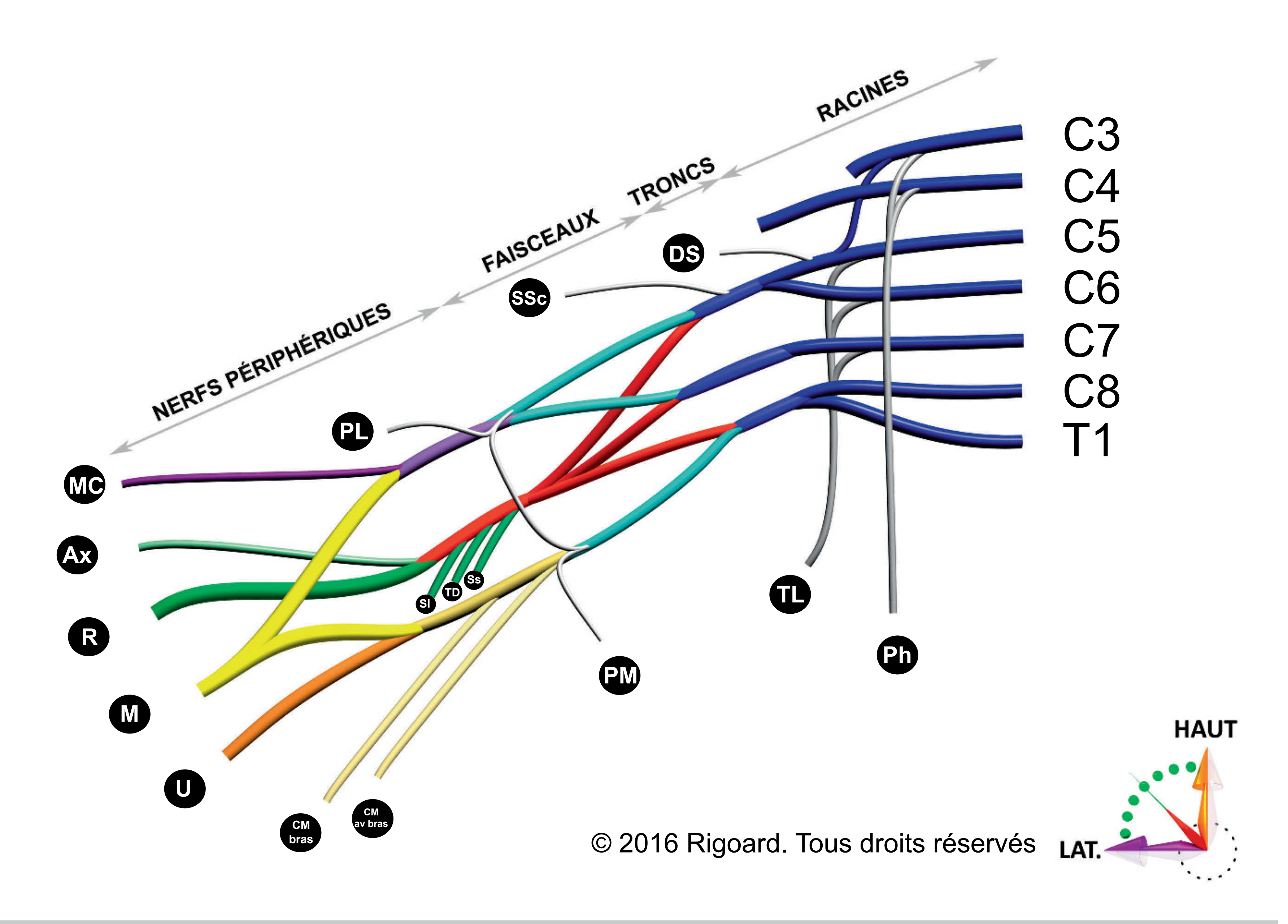


Figure PB1. Le plexus brachial : branches terminales et collatérales

POSTÉRIEUR | ANTÉRIEUR

Dorsal de la scapula

Supra scapulaire

Subscapulaire sup. & inf.

Thoracique long

Thoraco-dorsal

C5

C6

C7

C8

T1

Subclavier

Pectoral latéral

Pectoral médial

COLLATÉRALES

POSTÉRIEUR | ANTÉRIEUR

C5

C6

C7

C8

T1

Axillaire

Radial

Cutanés médiaux du bras et de l'avant bras

Musculo-cutané

Médian

Ulnaire

TERMINALES

Figure PB2. À gauche : origine des branches collatérales. À droite : origine des branches terminales

Rapports du plexus brachial

Le plexus brachial a la forme d'un sablier. La jonction entre ses troncs et ses faisceaux se situe en regard et en-dessous de la clavicule, délimitant une partie supra-claviculaire, cervicale et une partie infra-claviculaire, axillaire.

Au niveau supra-claviculaire

Les nerfs spinaux parcourent tout d'abord la région foraminale, délimitée selon Testut et Latarjet[5], par les processus transverses des vertèbres adjacentes, l'articulation unco-vertébrale, sous-jacente ventralement, et le processus de l'articulation supérieure dorsalement. Les rameaux ventraux des nerfs spinaux se rejoignent ensuite dans l'espace interscalénique, délimité en avant par le muscle scalène antérieur et en arrière par le muscle scalène moyen.

Il est important de noter qu'il existe à ce niveau une étroite relation entre le tronc inférieur (ou profond, selon Billet) et le premier ganglion thoracique. Cette relation explique qu'une lésion du tronc inférieur du plexus brachial puisse entraîner un syndrome de Claude Bernard-Horner.

Le plexus provient de l'espace inter-scalénique où les muscles scalènes forment à cet endroit un triangle, dont la limite antérieure formée par le muscle scalène antérieur est oblique, et la limite postérieure formée par le muscle scalène moyen est verticale. Il se faufile entre le scalène antérieur en avant et le scalène moyen et postérieur en arrière. Il répond à l'apex pleural et à la première côte vers le bas. Dans cet espace, par l'intermédiare du muscle scalène antérieur, il répond à la veine subclavière, au muscle subclavier et au muscle omo-hyoïdien. Le nerf phrénique, lui, ne se trouve pas dans cet espace mais en avant du muscle scalène antérieur, alors qu'il descend verticalement vers l'orifice thoracique supérieur (Figure PB3).

Il existe de nombreuses variations anatomiques des muscles scalènes. L'insertion des muscles scalènes antérieur et moyen sur la première côte peut notamment se prolonger par un fascia. Celui-ci est susceptible de comprimer l'artère subclavière en cas de pathologie des muscles scalènes.

Ces rapports sont importants à prendre en compte lorsqu'on effectue un bloc anesthésique du plexus par voie supra-claviculaire.

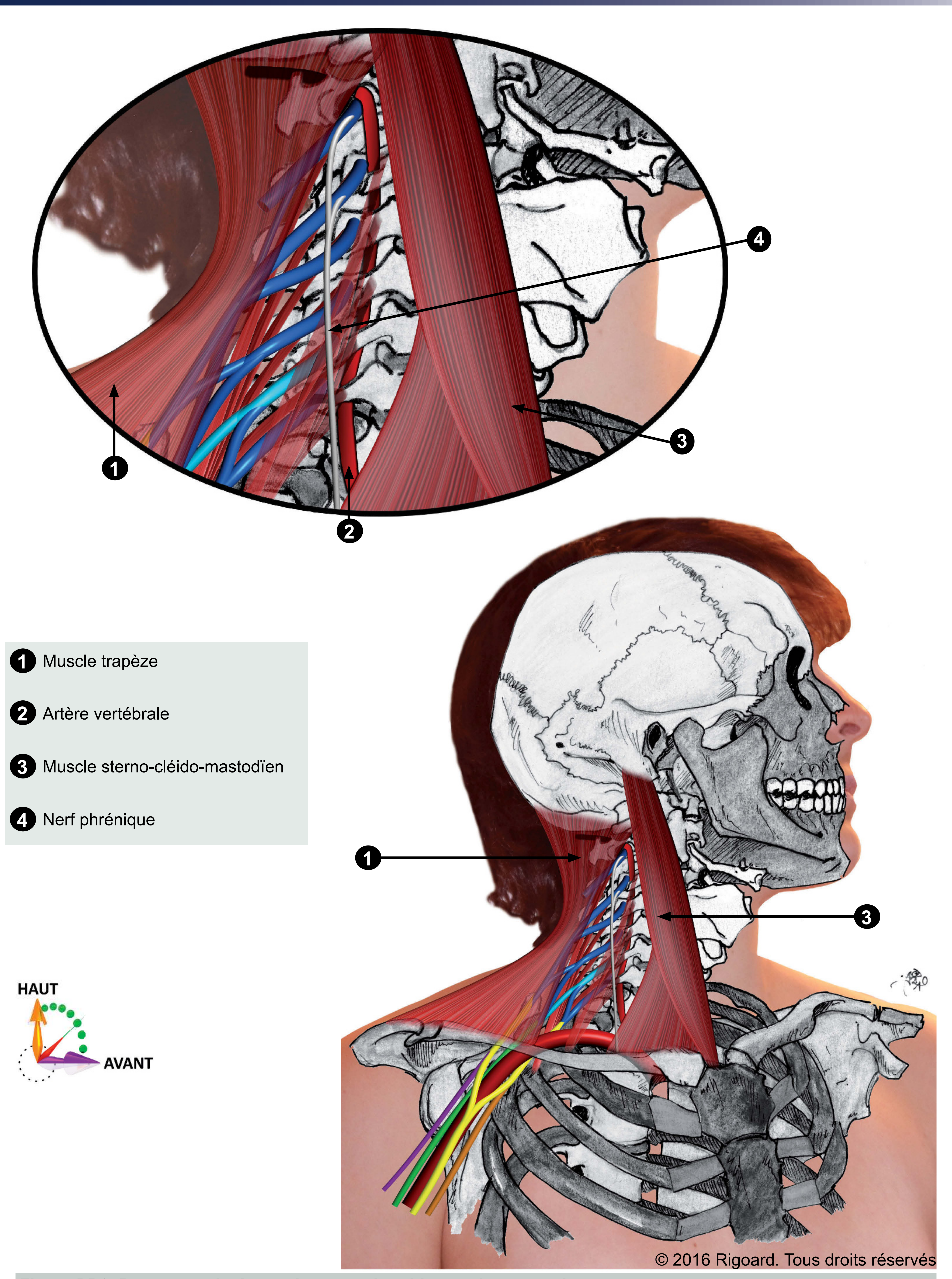


Figure PB3. Rapports principaux du plexus brachial au niveau cervical

Au niveau infra-claviculaire

Dans l'apex du creux axillaire, le plexus se faufile entre la clavicule et le muscle subclavier en avant et le bord supérieur de la scapula en arrière. Il est situé en dedans du processus coracoïde et en dehors de la première côte et de l'espace inter-serrato-scapulaire.

Dans cette partie infra-claviculaire du plexus brachial, les troncs se divisent en deux types de branches, antérieure et postérieure. À partir de celles-ci se forment les faisceaux : latéral, médial et postérieur.

Au niveau de la fosse axillaire, les faisceaux sont situés en arrière des muscles pectoraux et leurs rapports avec l'axe artériel axillaire sont décrits par leur dénomination respective. En avant de la portion descendante de l'artère axillaire, se rejoignent des branches des faisceaux latéral et médial pour former le nerf médian, branche terminale la plus imposante du plexus brachial. Le muscle grand pectoral et l'artère axillaire constituent logiquement les repères principaux qui guident l'anesthésie loco-régionale du plexus par bloc axillaire (Figure PB4).

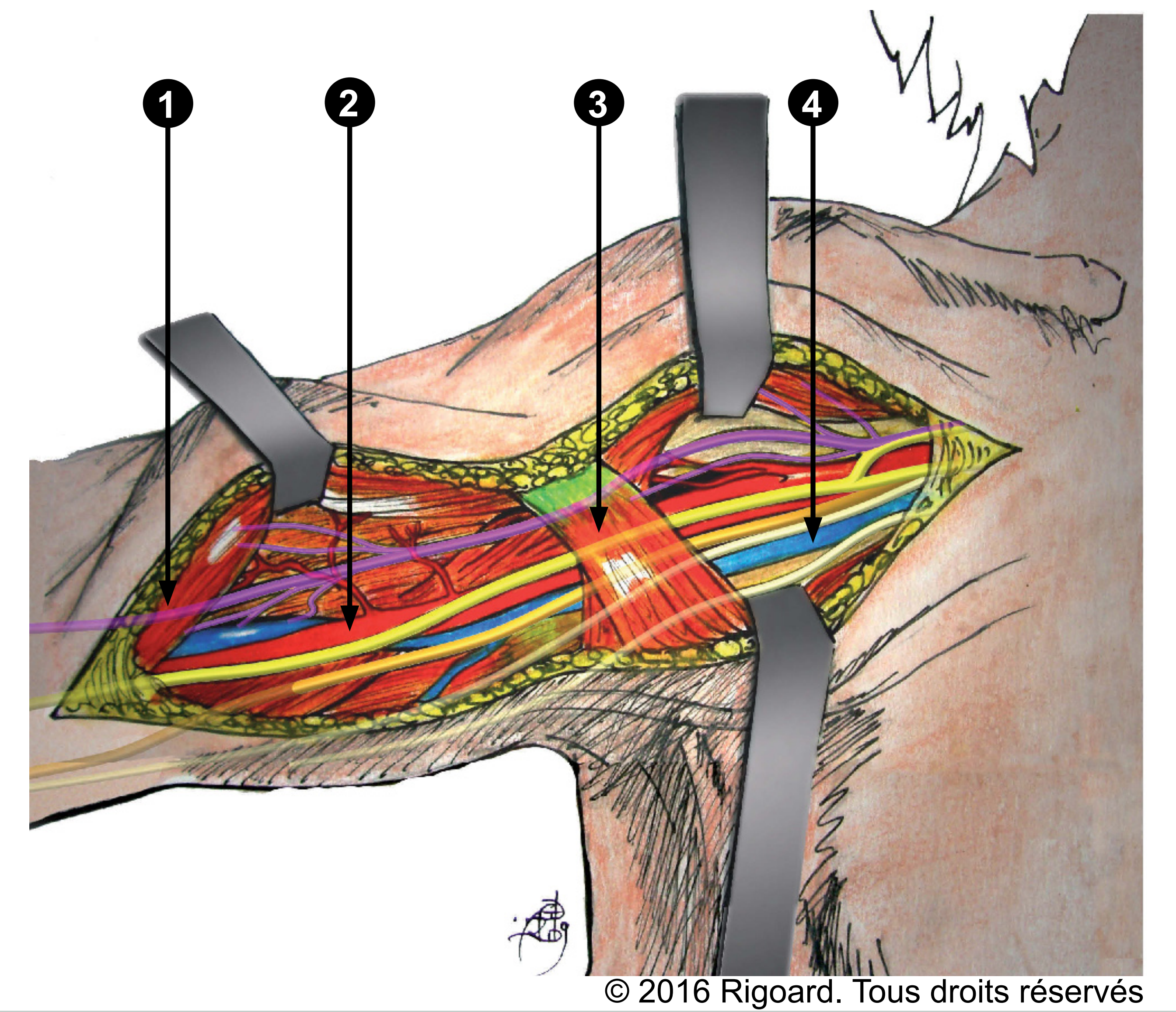




Figure PB4. Dissection de la fosse axillaire et du bras (illustration réalisée d'après Dorn, 1992)

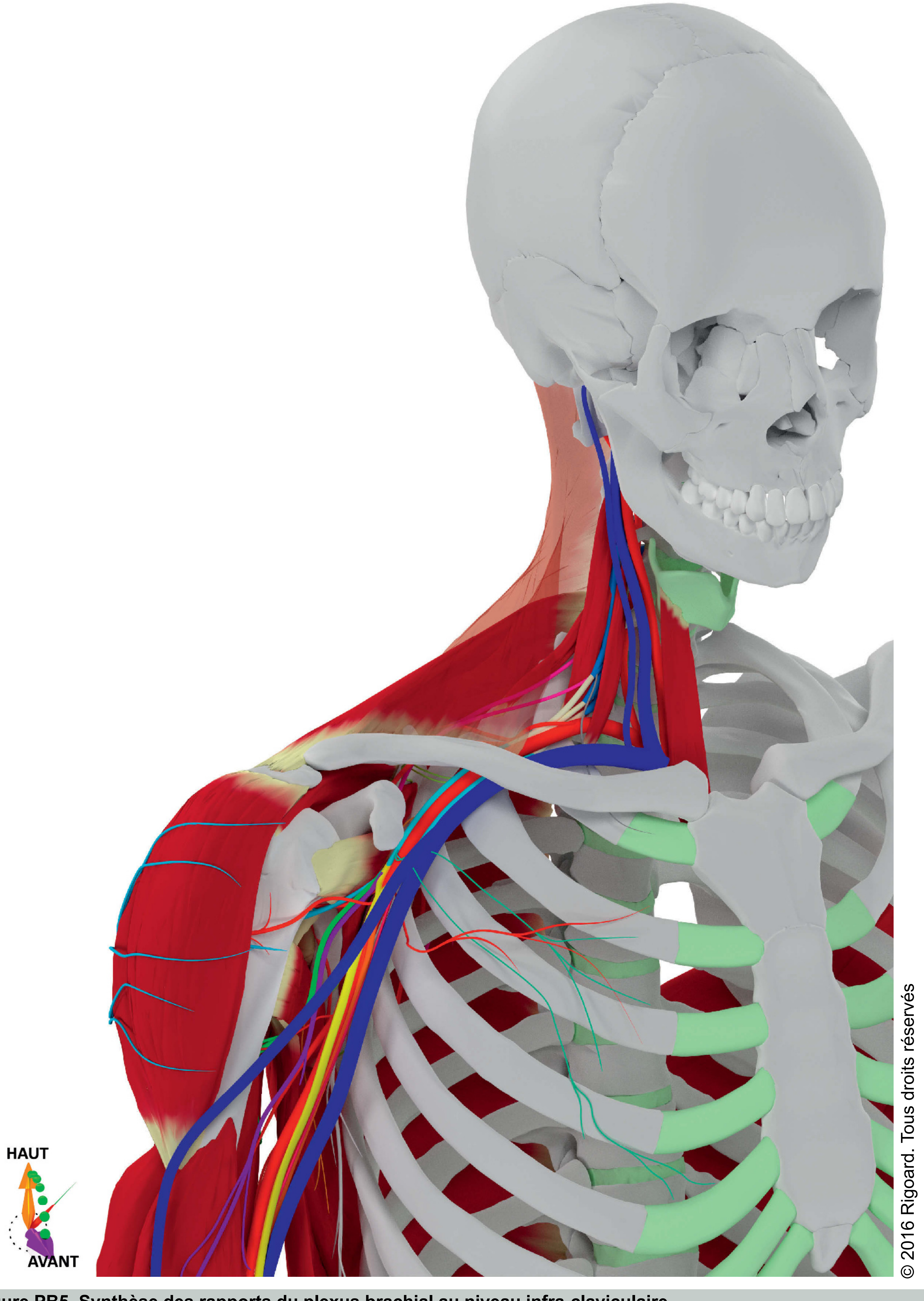
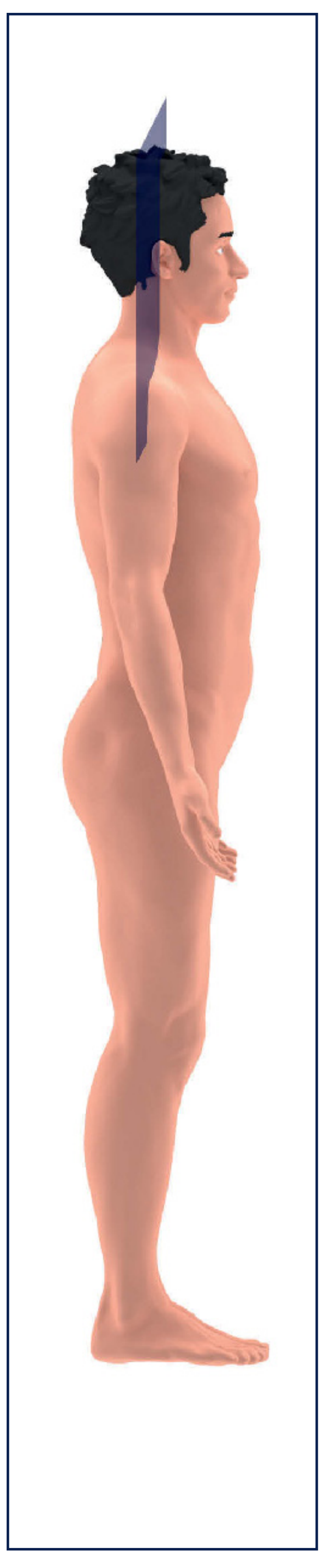
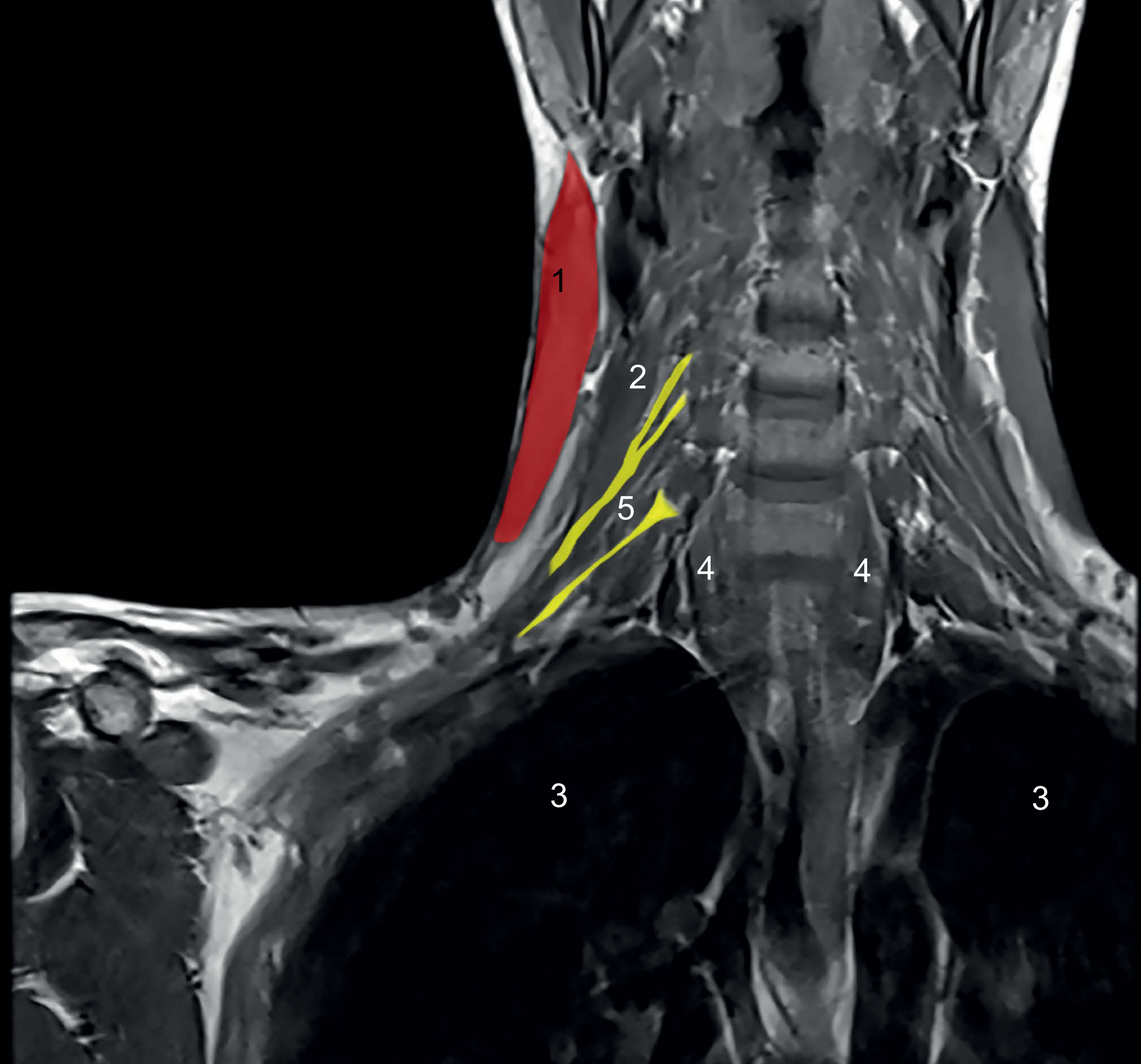


Figure PB5. Synthèse des rapports du plexus brachial au niveau infra-claviculaire

Données morphologiques - IRM







1- Muscle sterno-cléido-mastoïdien

2- Muscle scalène antérieur

3- Poumons

4- Thyroïde

5- Racines et troncs du plexus brachial

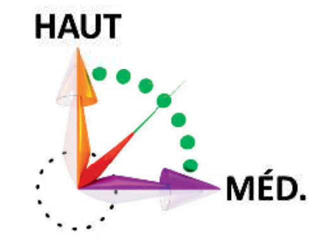
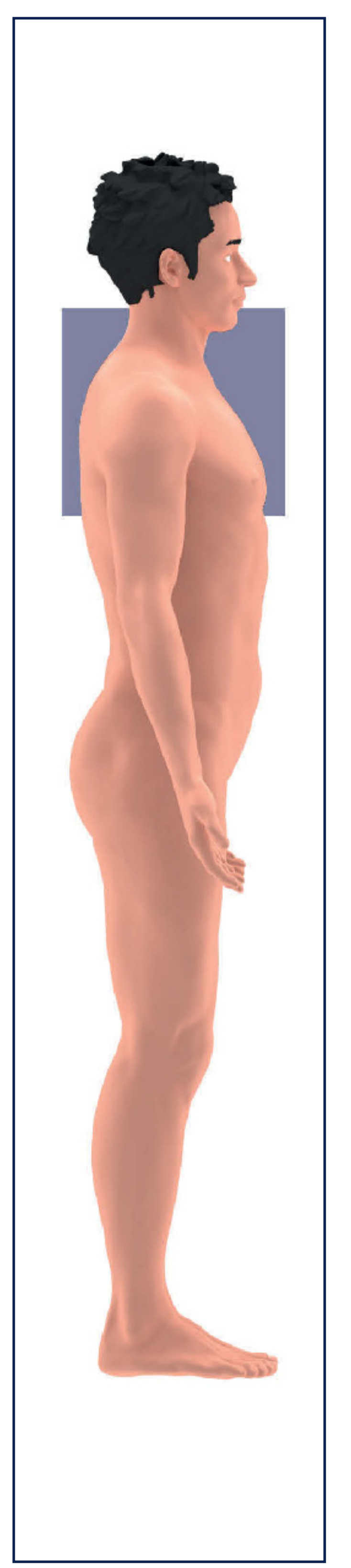
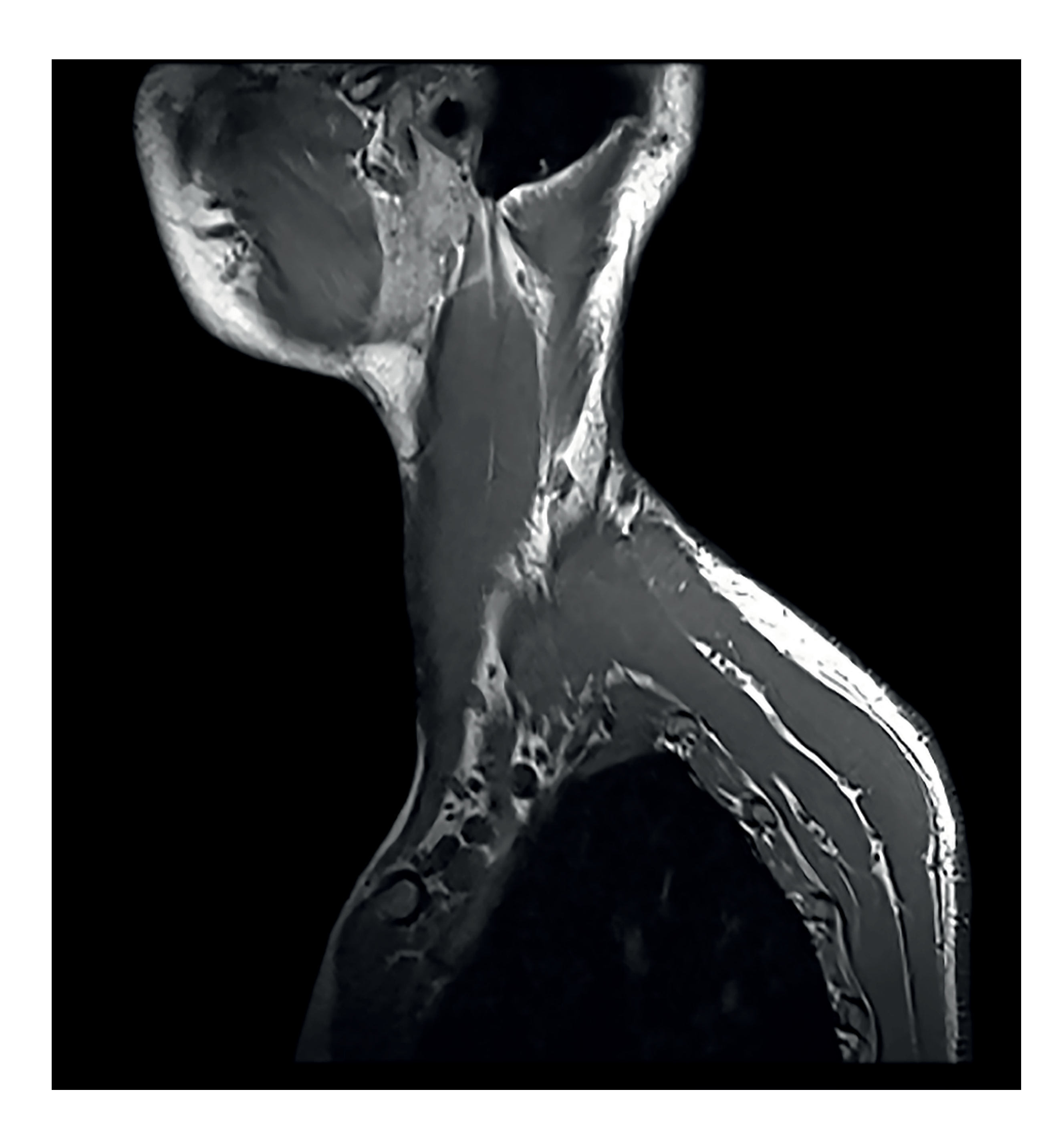


Figure PB6. Coupe IRM coronale du cou et du creux axillaire, passant par le plexus brachial







1- Muscle sterno-cléido-mastoïdien

2- Muscle scalène antérieur

3- Clavicule droite

4- Poumon droit

5- Veine subclavière et jugulaire interne

6- Artère subclavière droite

7- Plexus brachial

8- Muscle dentelé antérieur

9- Muscle trapèze

10- Muscles grand et petit rhomboïdes

11- Muscle splénius du cou

12- Côte

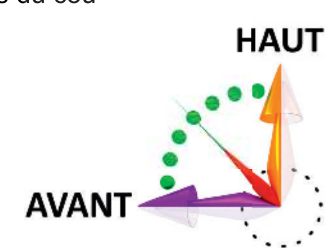


Figure PB7. Coupe IRM parasagittale du plexus brachial dévoilant ses rapports vasculo-nerveux

NERFS PÉRIPHÉRIQUES

Le nerf axillaire

Ax

Le nerf musculo-cutané

MC

Le nerf radial

R

Le nerf médian

M

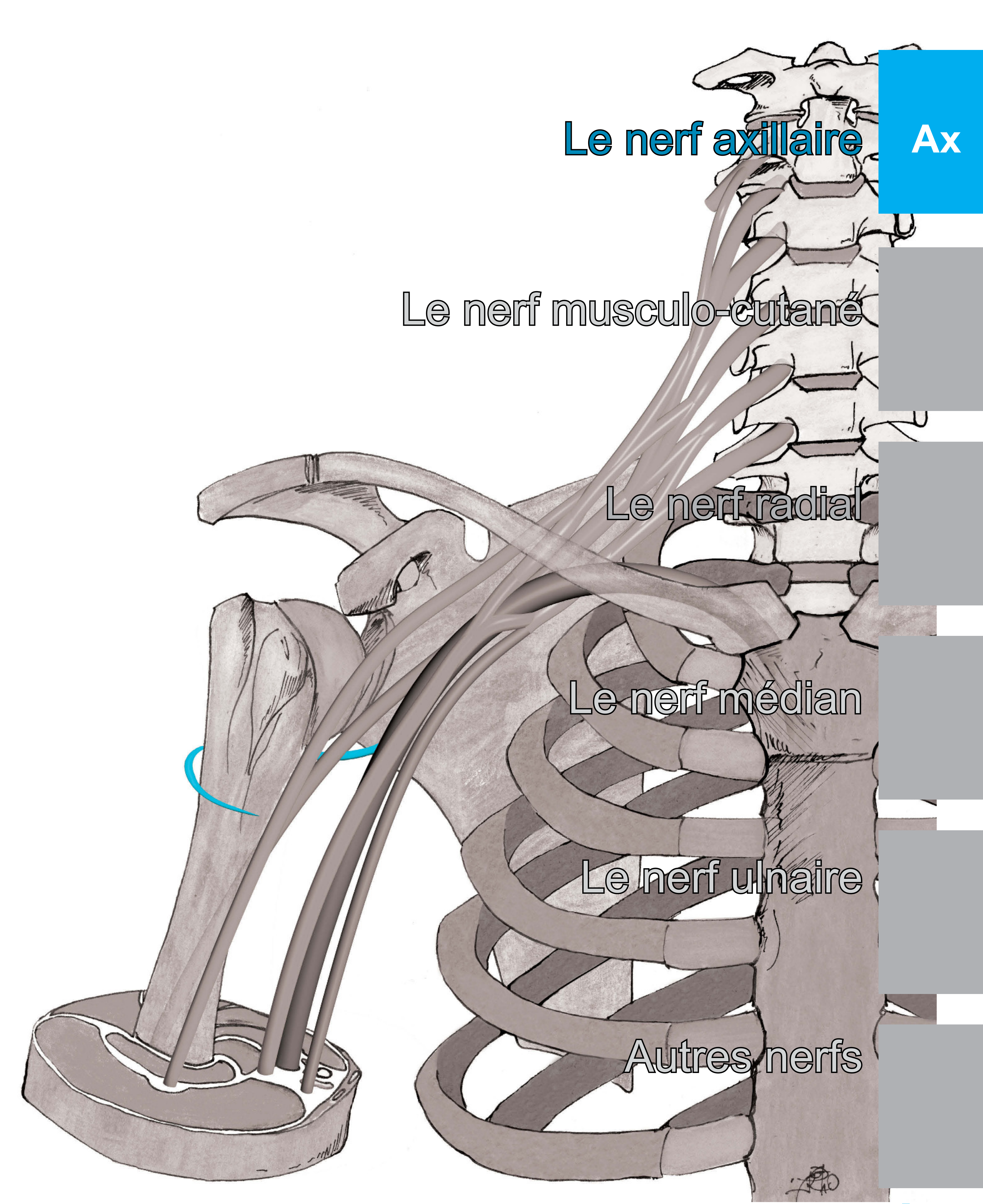
Le nerf ulnaire

U

Autres nerfs

SSc
TL

Page blanche


Le nerf axillaire
Ax
Le nerf musculo-cutané
Le nerf radial
Le nerf médian
Le nerf ulnaire
Autres nerfs

Données morphologiques

Le nerf axillaire est un nerf mixte. Il constitue l'une des deux branches terminales du faisceau postérieur du plexus brachial et est responsable de l'innervation de la région scapulaire et du moignon de l'épaule.

ORIGINE

Il est formé de neurofibres provenant des divisions postérieures du tronc supérieur du plexus, lui-même issu des rameaux ventraux de C5 et C6 (Figures Ax1, Ax2) (Vidéo 1).

TRAJET

Le nerf axillaire naît à la face antérieure du muscle subscapulaire, en arrière de l'artère axillaire, laissant le nerf radial médialement (Figure Ax3). Il descend latéralement puis vers l'arrière pour traverser l'espace axillaire latéral au-dessous de la capsule de l'articulation gléno-humérale. Il contourne ensuite la face postérieure du col chirurgical de l'humérus dans un sillon osseux, contre la face profonde du muscle deltoïde pour ensuite s'y épanouir (Figures Ax4, Ax5) (Vidéo 2).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Dans sa portion postérieure, un peu avant de pénétrer dans l'espace axillaire latéral, le nerf axillaire répond en bas et à distance à l'artère circonflexe de la scapula.
Le nerf axillaire est ensuite au contact de l'artère circonflexe postérieure de l'humérus (Figure Ax4) qu'il rejoint au bord inférieur du muscle subscapulaire jusqu'à la face postérieure de l'humérus, lorsqu'il en contourne le col chirurgical.
Dans l'espace axillaire latéral, l'artère circonflexe postérieure de l'humérus croise en arrière le nerf axillaire (Figure Ax6) pour remonter vers l'extrémité proximale de l'humérus, à la face profonde du muscle deltoïde (Figure Ax4) (Vidéo 3).

BRANCHES COLLATÉRALES

Le nerf axillaire décoche successivement les branches suivantes (Figures Ax2, Ax4, Ax5, Ax6) :
- rameaux pour l'articulation gléno-humérale, depuis ses portions antérieure et inférieure ;
- rameaux moteurs pour la partie inférieure du muscle subscapulaire, sans pour autant assurer son innervation motrice principale qui dépend des nerfs subscapulaires supérieur et inférieur, branches collatérales directes du plexus brachial ;
- nerf du muscle petit rond : il naît dans l'espace axillaire latéral et contourne le bord inférieur du muscle pour ensuite l'aborder et le traverser par voie postérieure ;
- nerf cutané latéral supérieur du bras : il naît dans l'espace axillaire latéral, contourne le muscle deltoïde en l'abordant à sa partie moyenne, puis chemine en arrière de ce dernier. Il traverse ensuite l'aponévrose du muscle deltoïde pour distribuer ses branches à la peau adjacente. Il assure la fonction sensitive du nerf (Figures Ax5, Ax6) (Vidéo 4).

BRANCHES TERMINALES

Les branches terminales sont constituées par des rameaux moteurs destinés à la face profonde du muscle deltoïde (Figures Ax7, Ax8, Ax9, Ax10) (Vidéo 5).

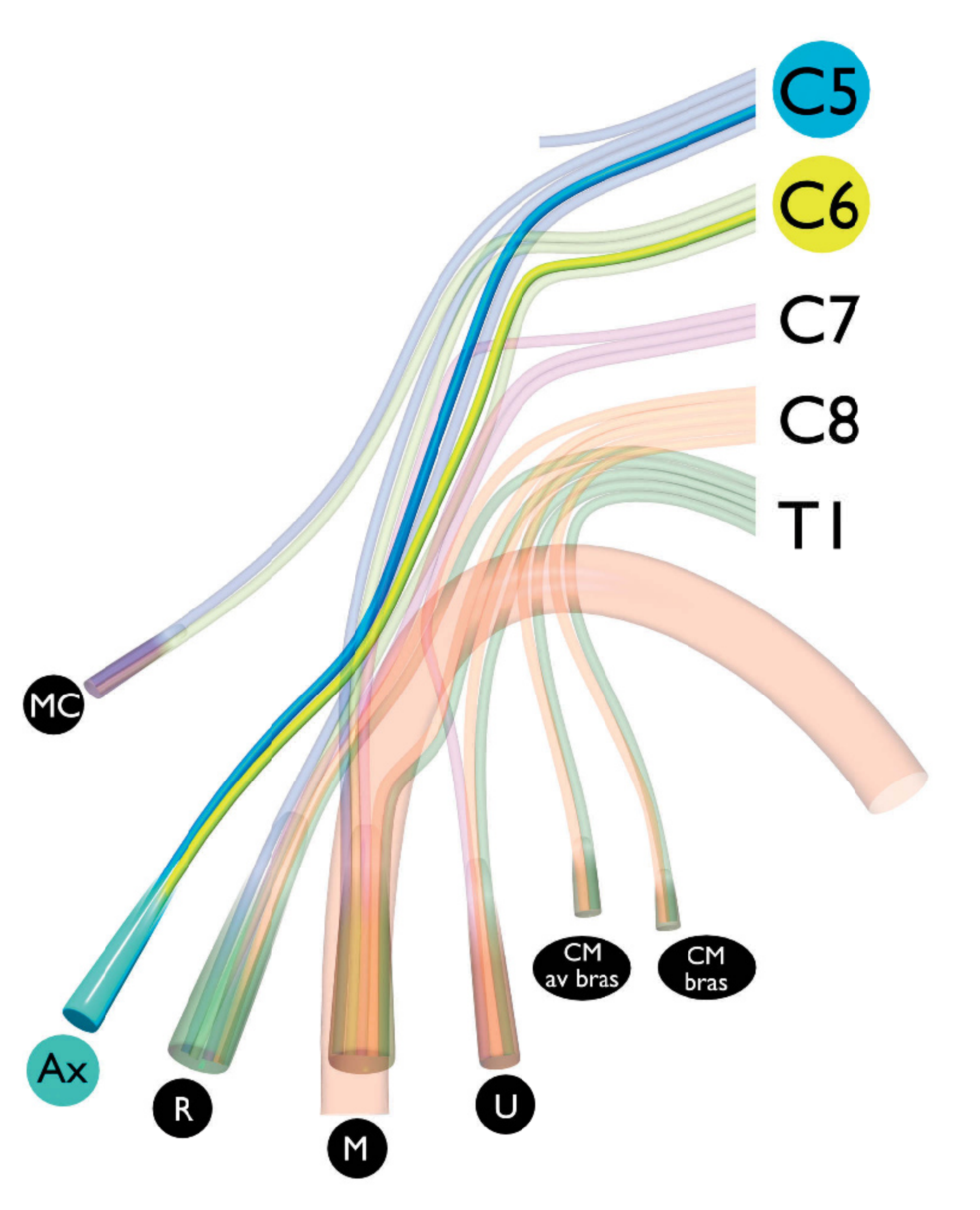


Figure Ax1. Origine du nerf axillaire

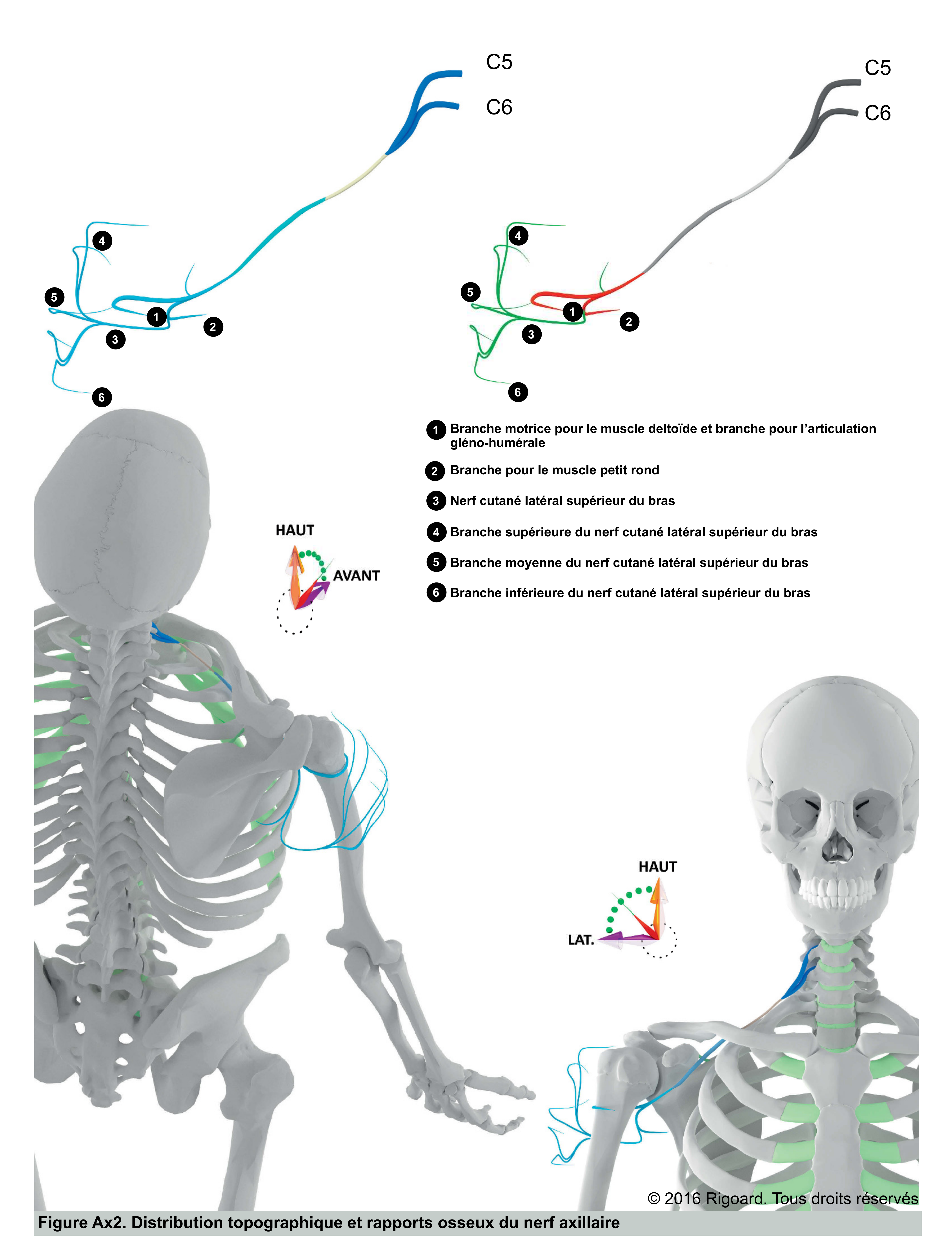


Figure Ax2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf axillaire

Données morphologiques - Branches motrices

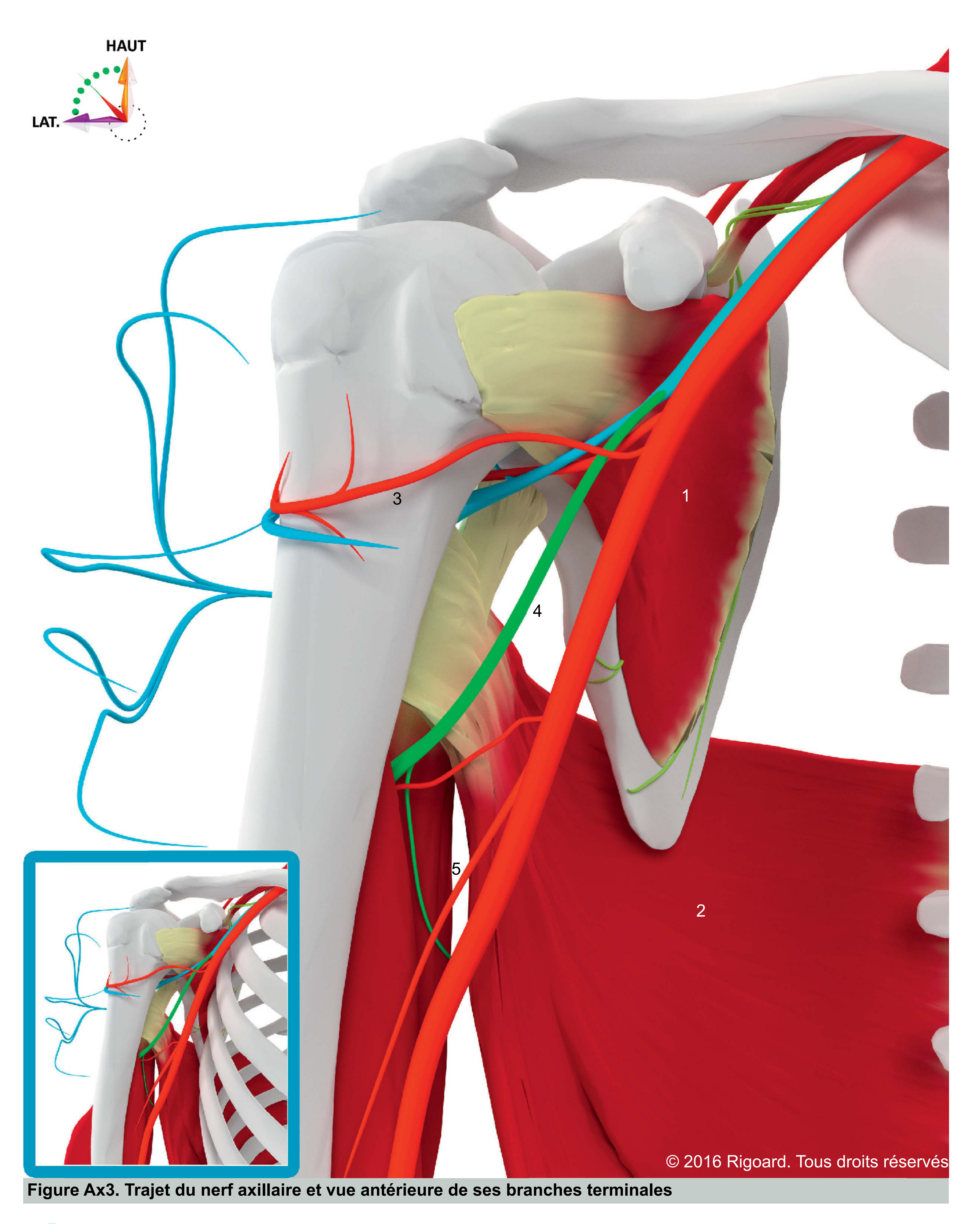
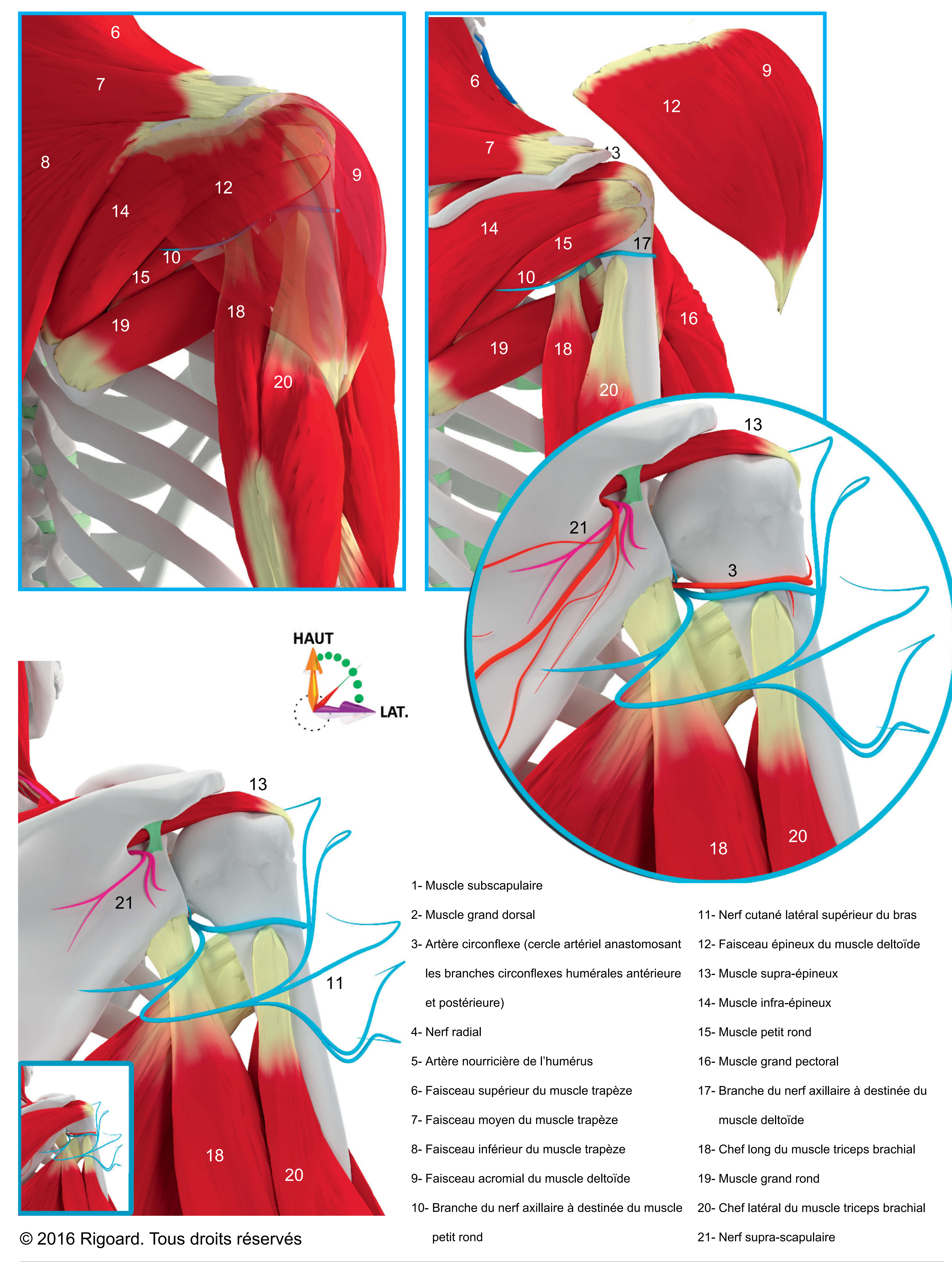


Figure Ax3. Trajet du nerf axillaire et vue antérieure de ses branches terminales



1- Muscle subscapulaire
2- Muscle grand dorsal
3- Artère circonflexe (cercle artériel anastomosant les branches circonflexes humérales antérieure et postérieure)
4- Nerf radial
5- Artère nourricière de l'humérus
6- Faisceau supérieur du muscle trapèze
7- Faisceau moyen du muscle trapèze
8- Faisceau inférieur du muscle trapèze
9- Faisceau acromial du muscle deltoïde
10- Branche du nerf axillaire à destinée du muscle petit rond
11- Nerf cutané latéral supérieur du bras
12- Faisceau épineux du muscle deltoïde
13- Muscle supra-épineux
14- Muscle infra-épineux
15- Muscle petit rond
16- Muscle grand pectoral
17- Branche du nerf axillaire à destinée du muscle deltoïde
18- Chef long du muscle triceps brachial
19- Muscle grand rond
20- Chef latéral du muscle triceps brachial
21- Nerf supra-scapulaire

Figure Ax4. Vue postérieure des espaces axillaires dévoilant le trajet du nerf axillaire (de la superficie à la profondeur)

Données morphologiques - Branches sensitives

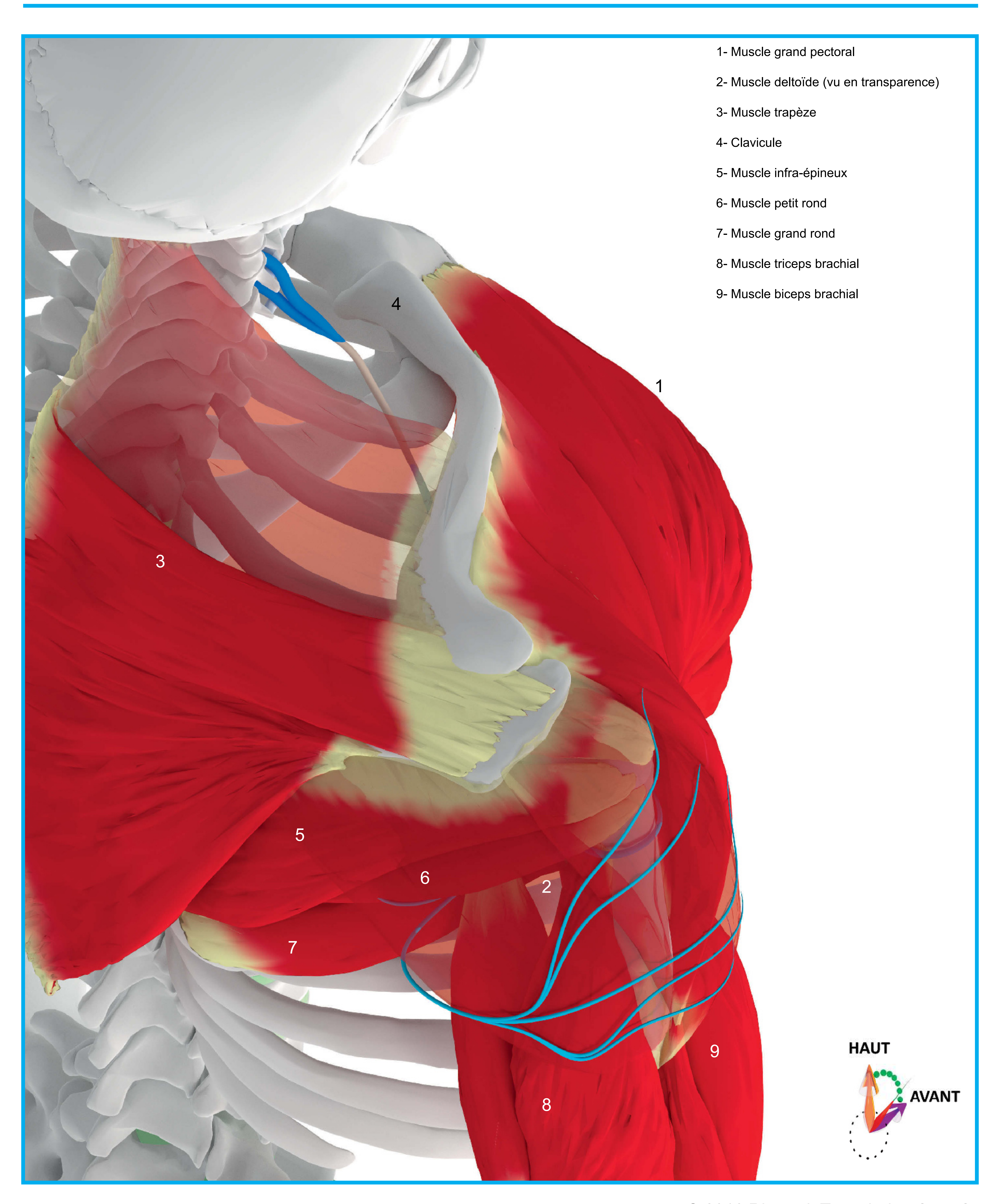
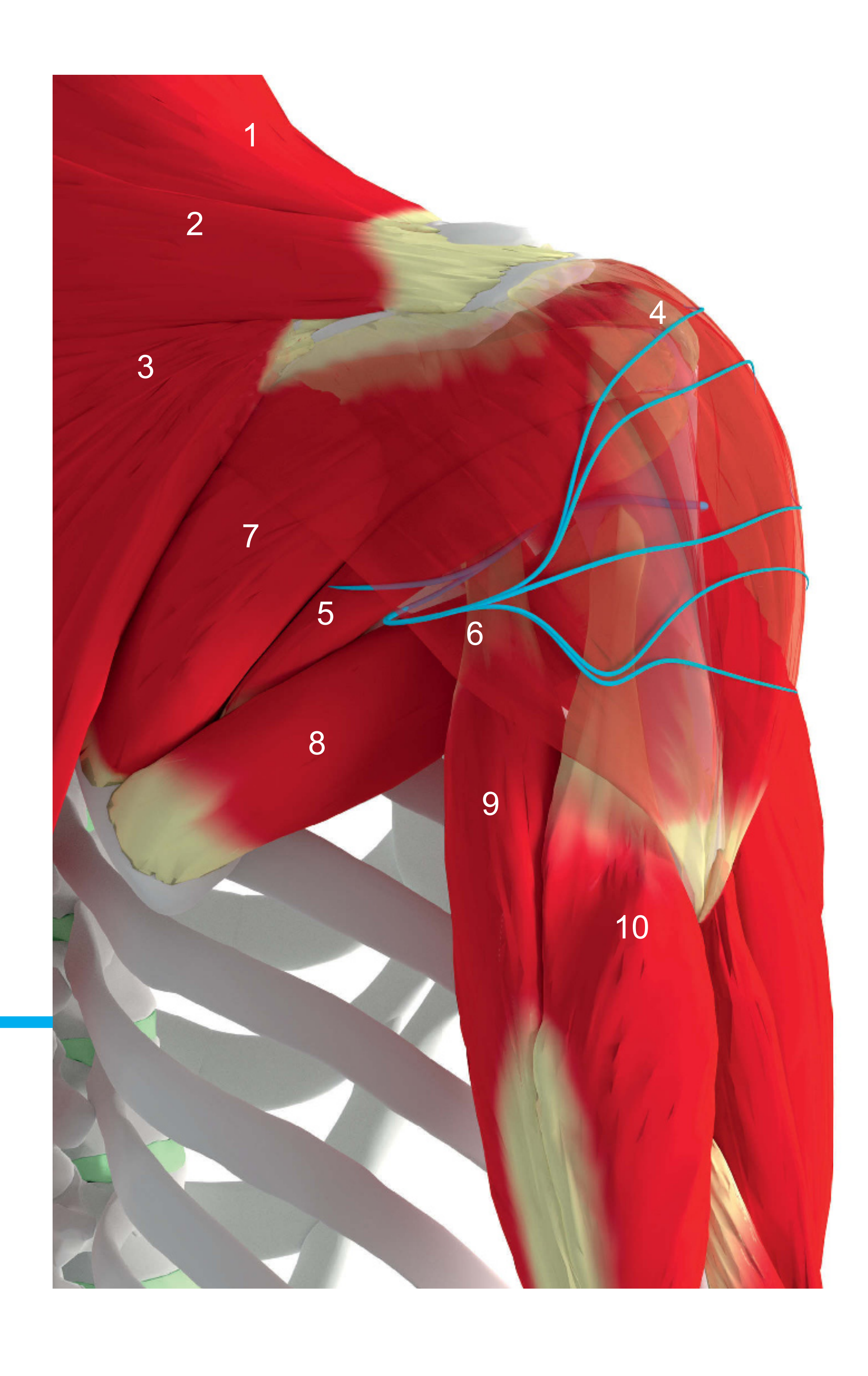


Figure Ax5. Vue plongeante du nerf cutané latéral supérieur du bras au contact du muscle deltoïde





1- Faisceau supérieur du muscle trapèze

2- Faisceau moyen du muscle trapèze

3- Faisceau inférieur du muscle trapèze

4- Muscle deltoïde

5- Branche du nerf axillaire à destinée du muscle petit rond

6- Nerf cutané latéral supérieur du bras

7- Muscle infra-épineux

8- Muscle grand rond

9- Chef long du triceps brachial

10- Chef latéral du muscle triceps

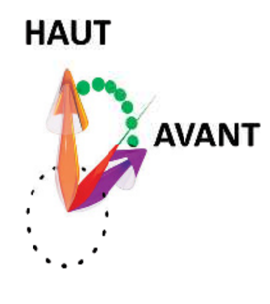


Figure Ax6. Branches sensitives du nerf axillaire à l'épaule (vue postérieure)

Données morphologiques - Coupe

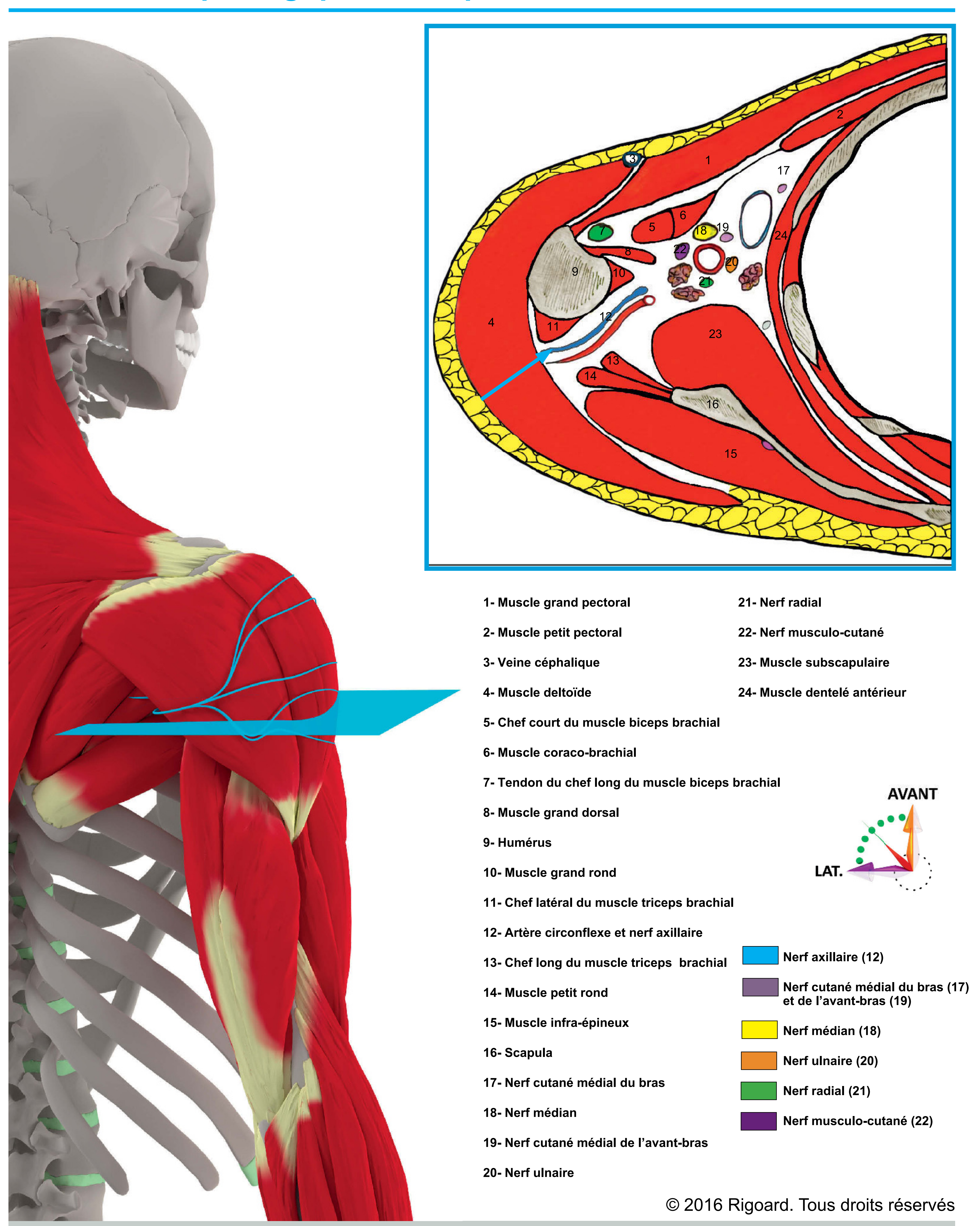
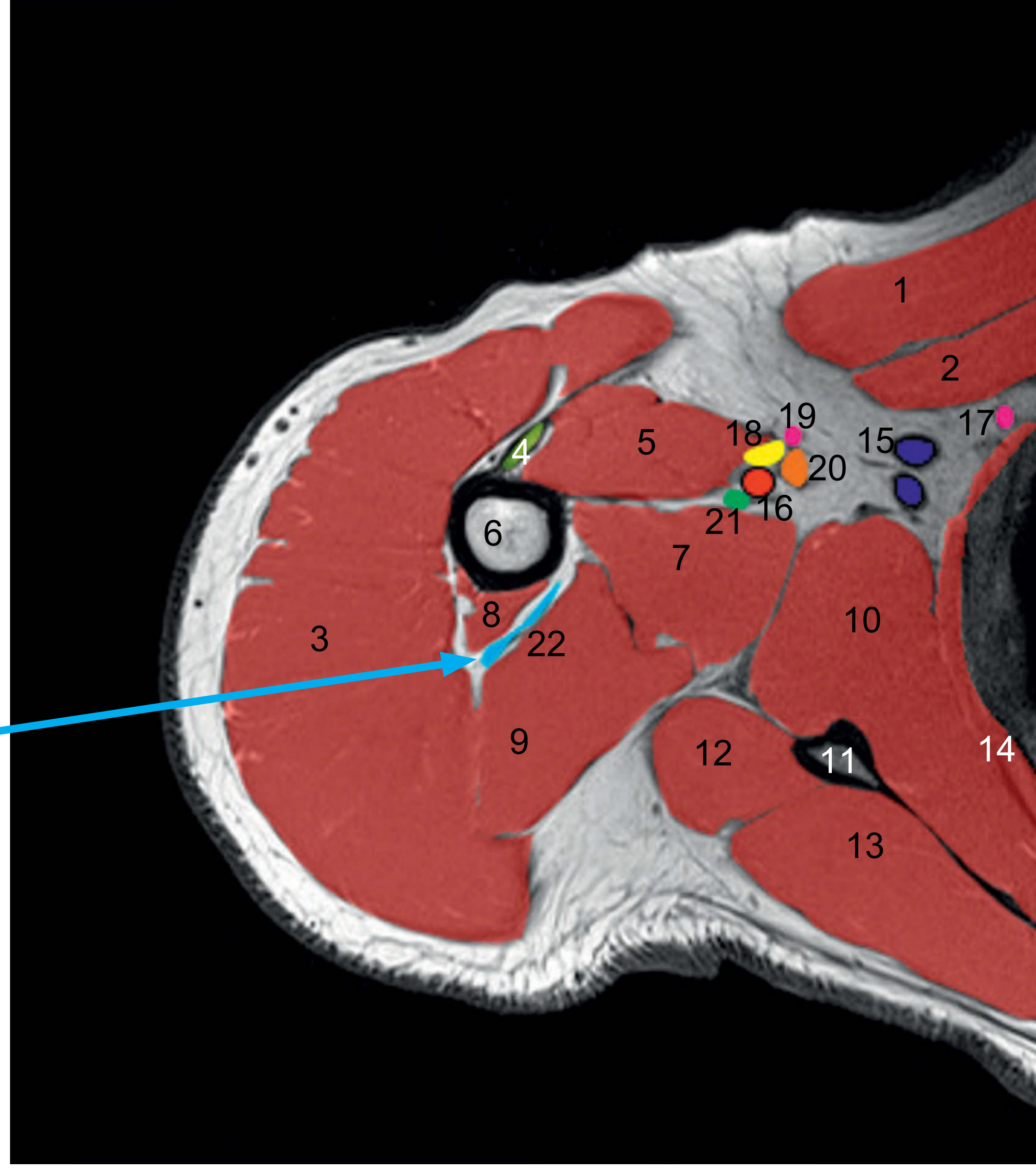


Figure Ax7. Rapports du nerf axillaire à l'épaule en coupe axiale

Données morphologiques - IRM







1- Muscle grand pectoral

2- Muscle petit pectoral

3- Muscle deltoïde

4- Chef long du muscle biceps brachial

5- Muscle grand dorsal

6- Humérus

7- Muscle grand rond

8- Chef latéral du muscle triceps

9- Chef médial du muscle triceps

10- Muscle subscapulaire

11- Scapula

12- Muscle petit rond

13- Muscle infra-épineux

14- Muscle dentelé antérieur

15- Veine brachiale

16- Artère brachiale

17- Nerf cutané médial du bras

18- Nerf médian

19- Nerf cutané médial de l'avant-bras

20- Nerf ulnaire

21- Nerf radial

22- Nerf axillaire

Figure Ax8. Coupes IRM et nerf axillaire à l'épaule

Données morphologiques - Synthèse

FONCTION MOTRICE

Le nerf axillaire permet par l'innervation du muscle deltoïde l'abduction et la rotation latérale du bras (Figures Ax9, Ax10) (Vidéo 6).

FONCTION SENSITIVE

Le territoire d'innervation sensitive du nerf axillaire correspond au moignon de l'épaule (Figure Ax10) (Vidéo 7).

ANASTOMOSES

Le nerf axillaire réalise fréquemment des anastomoses avec les nerfs :
- radial *via* le nerf cutané latéral supérieur du bras (collatérale du nerf axillaire), pour rejoindre le nerf cutané postérieur du bras ;
- cutané médial du bras, branche terminale du faisceau médial du plexus brachial.

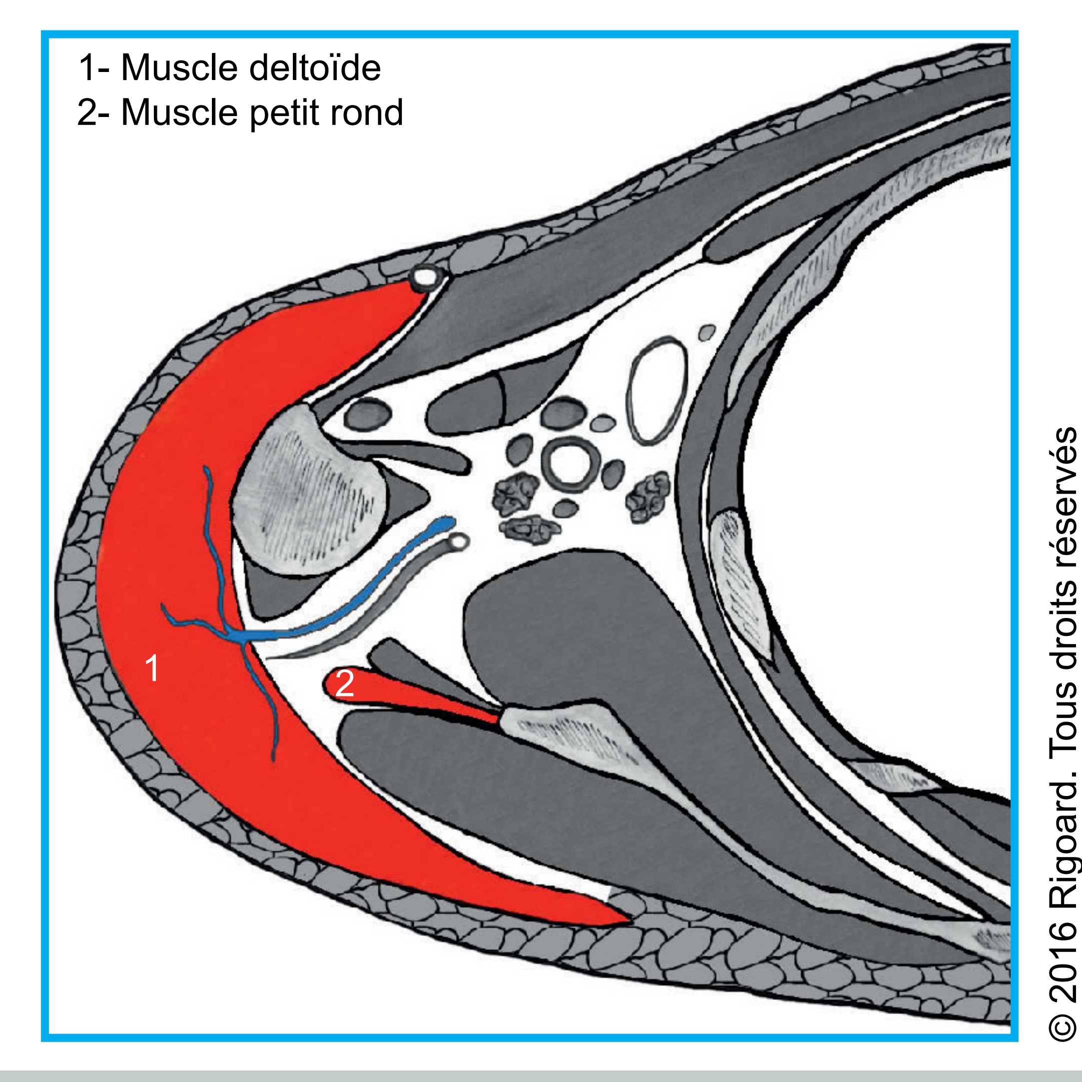


Figure Ax9. Innervation motrice du nerf axillaire (coupe axiale)

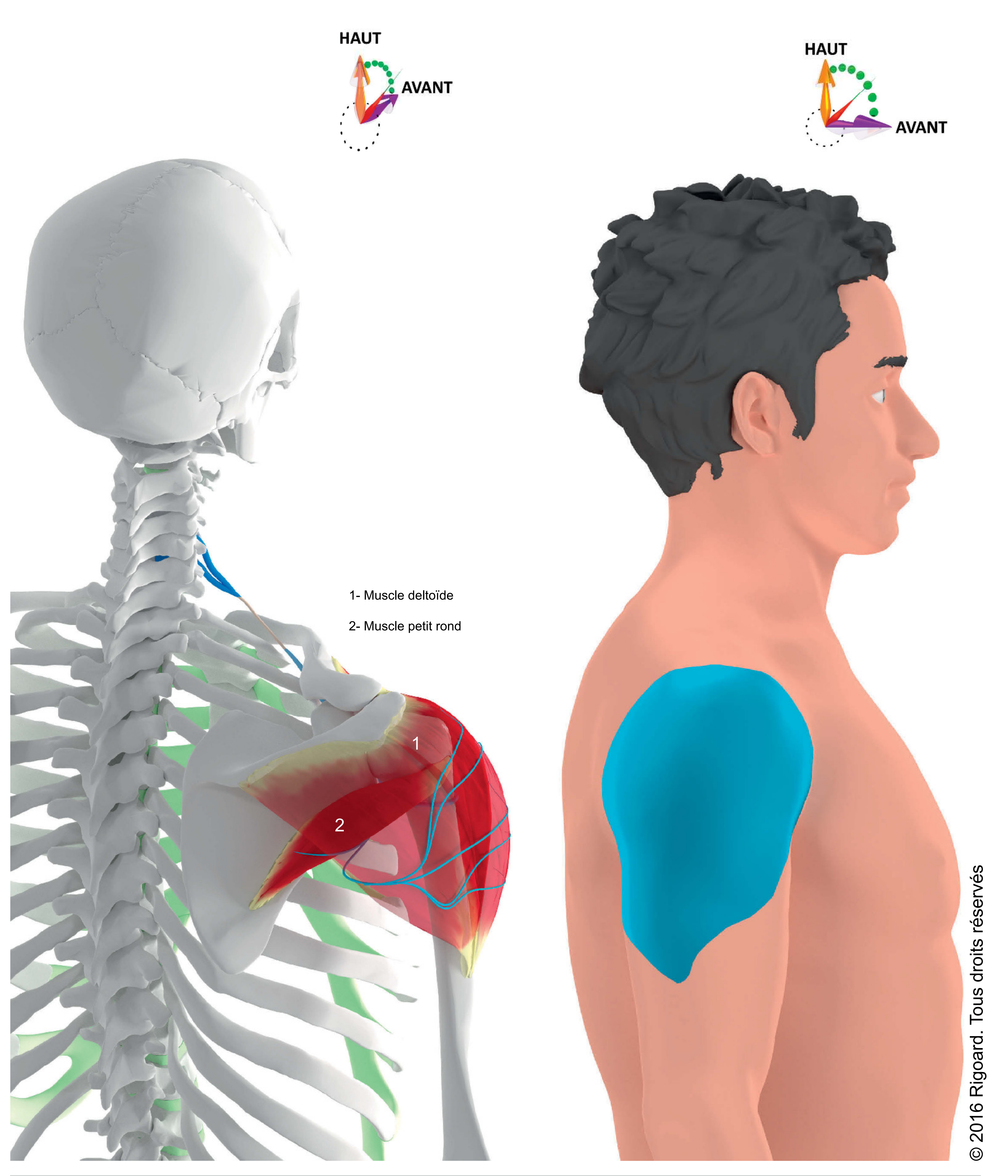


Figure Ax10. Innervation motrice et sensitive du nerf axillaire

Pathologie

Le nerf axillaire peut être lésé lors de sa traversée de l'espace axillaire latéral (ancien espace quadrilatère de Velpeau). Celui-ci est limité latéralement par l'humérus, médialement par le long chef du triceps brachial, en haut par le muscle petit rond et en bas par le muscle grand rond (Figure Ax11).

Étiologie

- Traction : c'est le mécanisme lésionnel le plus fréquent, en général lors d'une luxation scapulo-humérale antéro-inférieure. Un étirement du bras en abduction provoque également une traction du nerf axillaire qui peut ne pas être isolée. Une fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus peut, si elle est proximale, atteindre le nerf axillaire, en plus du nerf radial, ou des nerfs musculo-cutané et supra-scapulaire. Les lésions obstétricales concernent le plus souvent le plexus brachial et non ses branches terminales périphériques.
- Section : une section isolée du nerf axillaire peut survenir à l'occasion d'un traumatisme postérieur dans l'espace axillaire latéral.
- Compression : l'utilisation des véritables « béquilles » (avec appui sous-axillaire) peut comprimer le nerf axillaire dans l'espace axillaire latéral. Ceci peut être évité par l'utilisation de cannes anglaises. Les compressions chroniques, rencontrées le plus souvent chez le sportif, sont dues à une compression musculaire par des mouvements répétés d'abduction et de rotation latérale du bras. Il s'agit alors d'un véritable syndrome canalaire.

Lorsqu'aucune cause mécanique ou traumatique n'est retrouvée, il est important de ne pas ignorer une compression nerveuse par un kyste ou autre tuméfaction. Une IRM des espaces axillaires est vivement recommandée.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : dans le cadre d'un syndrome canalaire chronique, la douleur du territoire du nerf axillaire est intermittente, avec un caractère volontiers neuropathique : douleur intense à type de brûlure, à recrudescence nocturne, non soulagée par les antalgiques classiques. Les anastomoses sus-mentionnées permettent une suppléance sensitive partielle en cas d'atteinte du nerf axillaire. La douleur peut être réveillée par la palpation dans l'espace axillaire latéral, sous le muscle petit rond à la face postérieure de l'épaule.
- Signes moteurs : l'innervation motrice du muscle deltoïde étant exclusivement assurée par le nerf axillaire, une atteinte de ce dernier entraîne une amyotrophie de l'épaule.

Un examen détaillé de l'épaule et du reste du membre supérieur est indispensable. En effet, l'atteinte du nerf axillaire étant rarement isolée, l'examen neurologique et fonctionnel de l'ensemble du membre permet de dépister une atteinte d'une autre branche du plexus brachial (nerfs radial ou supra-scapulaire principalement).

Formes cliniques

Une fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus, au niveau du col chirurgical, peut provoquer une atteinte du nerf axillaire de manière concomitante à une traction du nerf radial au niveau de la gouttière du nerf radial.

Examens complémentaires

- Radiographies de l'épaule : Elles peuvent être réalisées de face, en position neutre, en position de rotation latérale et médiale, et selon le profil de Lamy. Celles-ci permettent de dépister des signes indirects d'une pathologie de la coiffe des rotateurs.
- L'électromyogramme : Bien que de réalisation difficile, il permet d'objectiver une atteinte électrophysiologique, isolée ou non, du nerf axillaire.
- Imagerie des parties molles de l'épaule : L'IRM du creux axillaire est l'examen de choix. Un arthroscanner de l'épaule peut également être tout à fait informatif.

Traitement

Dans le cadre d'un syndrome canalaire avéré, le premier traitement consiste à mettre au repos l'articulation gléno-humérale. Une infiltration de corticoïdes dans l'espace axillaire latéral permet de soulager provisoirement les douleurs, notamment dans le cadre d'une pathologie associée de la coiffe des rotateurs.

En cas d'échec du traitement conservateur, le traitement chirurgical consiste essentiellement en une décompression en cas d'absence de cause orthopédique retrouvée. Celui-ci est indiqué après trois mois d'échec de traitement médical associant repos, kinésithérapie et infiltration de l'espace axillaire latéral.

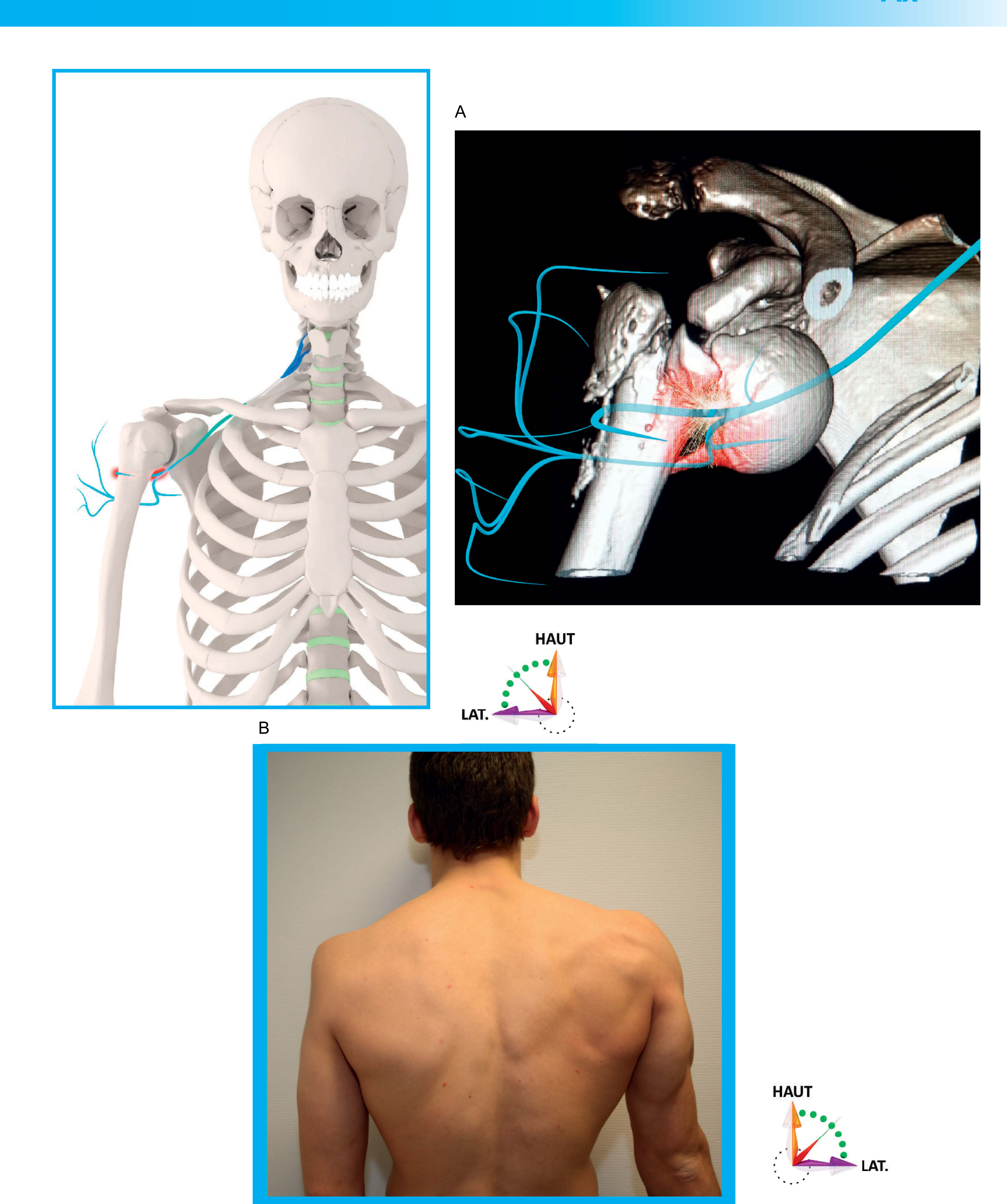


Figure Ax11. Pathologies du nerf axillaire. (A) Reconstruction 3D d'une fracture complexe du col huméral. Sur le plan clinique, on observe chez ce patient une anesthésie du moignon et un déficit de l'abduction de l'épaule. (B) Patient présentant une amyotrophie de l'épaule gauche suite à un accident de moto avec probable étirement du nerf axilliaire et du plexus brachial.

Page blanche

Le nerf axillaire

Le nerf musculo-cutané

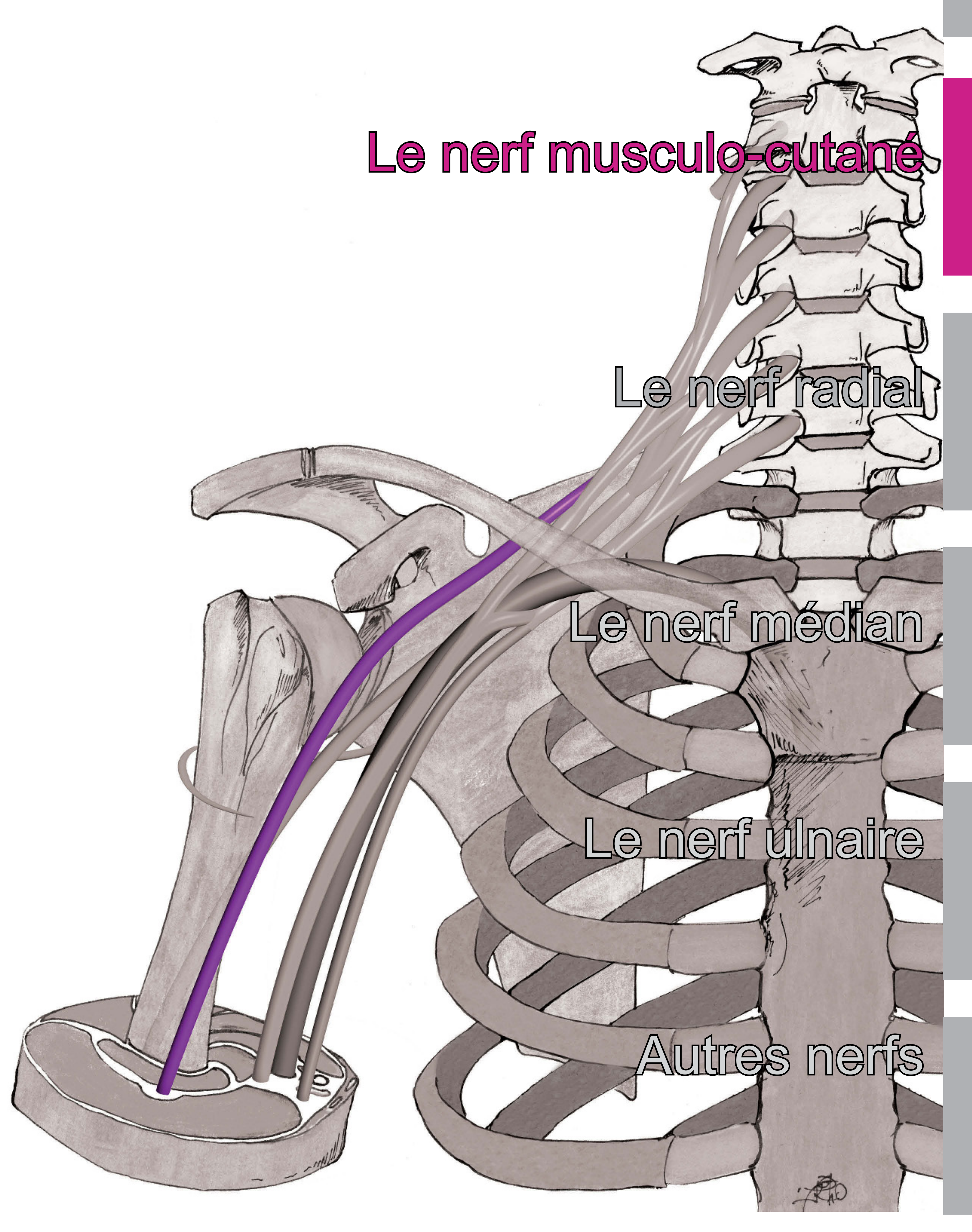
MC

Le nerf radial

Le nerf médian

Le nerf ulnaire

Autres nerfs



Données morphologiques

Le nerf musculo-cutané est une branche terminale du plexus brachial. Il est destiné à la flexion de l'avant-bras et à l'innervation sensitive de la face latérale de l'avant-bras jusqu'au pouce (Vidéo MC1). Il s'agit un nerf mixte provenant principalement du tronc supérieur du plexus brachial et, dans une moindre mesure, de la réunion des divisions antérieures du tronc moyen du plexus brachial.

ORIGINE

Le nerf musculo-cutané est constitué de neurofibres qui proviennent des racines C5 et C6 du plexus brachial (Figure MC1). Il naît en dehors et en avant de l'artère axillaire. Il constitue une branche terminale du faisceau latéral du plexus brachial.
À ce niveau, il répond à l'artère axillaire médialement. Autour de celle-ci, on retrouve le nerf médian en avant de l'artère et le nerf radial en arrière (Vidéo 8).

TRAJET

Après avoir passé l'apex du processus coracoïde, le nerf se dirige légèrement en dehors pour pénétrer entre les deux chefs de division du muscle coraco-brachial, en général à quatre travers de doigts sous l'apex du processus. Le point d'entrée du nerf dans le muscle est variable avec parfois une division du nerf plus haute et plusieurs branches motrices déjà décochées à ce niveau (Figure MC2).

Après sa traversée du muscle coraco-brachial, le nerf en ressort au niveau de sa berge antérolatérale pour pénétrer dans la partie moyenne du bras, cheminant entre le muscle biceps brachial et l'extrémité inférieure du coraco-brachial. Il longe ensuite le muscle brachial dans une gouttière aménagée entre ce muscle latéralement et le biceps médialement (Figure MC3, MC9, MC11).

Au tiers inférieur du bras, il chemine alors à la face postérieure du muscle biceps brachial jusqu'au pli du coude, au niveau de la gouttière bicipitale latérale. À ce niveau, le nerf musculo-cutané répond médialement au tendon du muscle biceps et, latéralement, au muscle brachio-radial (Figure MC5, MC10, MC12).

Le nerf musculo-cutané se termine en devenant le nerf cutané latéral de l'avant-bras, purement sensitif, alors qu'il a émis plus haut toutes ses collatérales motrices. Cette transition s'effectue lors de l'émergence du nerf musculo-cutané au bord latéral du muscle biceps brachial, généralement à hauteur de l'épicondyle latéral de l'humérus (Figure MC2, MC3) (Vidéo 9).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

À son origine, le nerf musculo-cutané répond médialement à l'artère axillaire.
Au bras, il s'éloigne latéralement de l'artère brachiale, à laquelle il répond à distance (Figure MC4).
Au coude, le nerf musculo-cutané repose sur le muscle brachial, au niveau de ses insertions distales. En arrière de celles-ci, se trouve l'artère récurrente radiale, accolée à l'épicondyle latéral (Figure MC6).
Les branches de division du nerf cutané latéral de l'avant-bras, lui-même branche terminale du nerf musculo-cutané, sont situées en superficie et s'éloignent donc des principales artères de l'avant-bras (Figure MC6) (Vidéo 10).

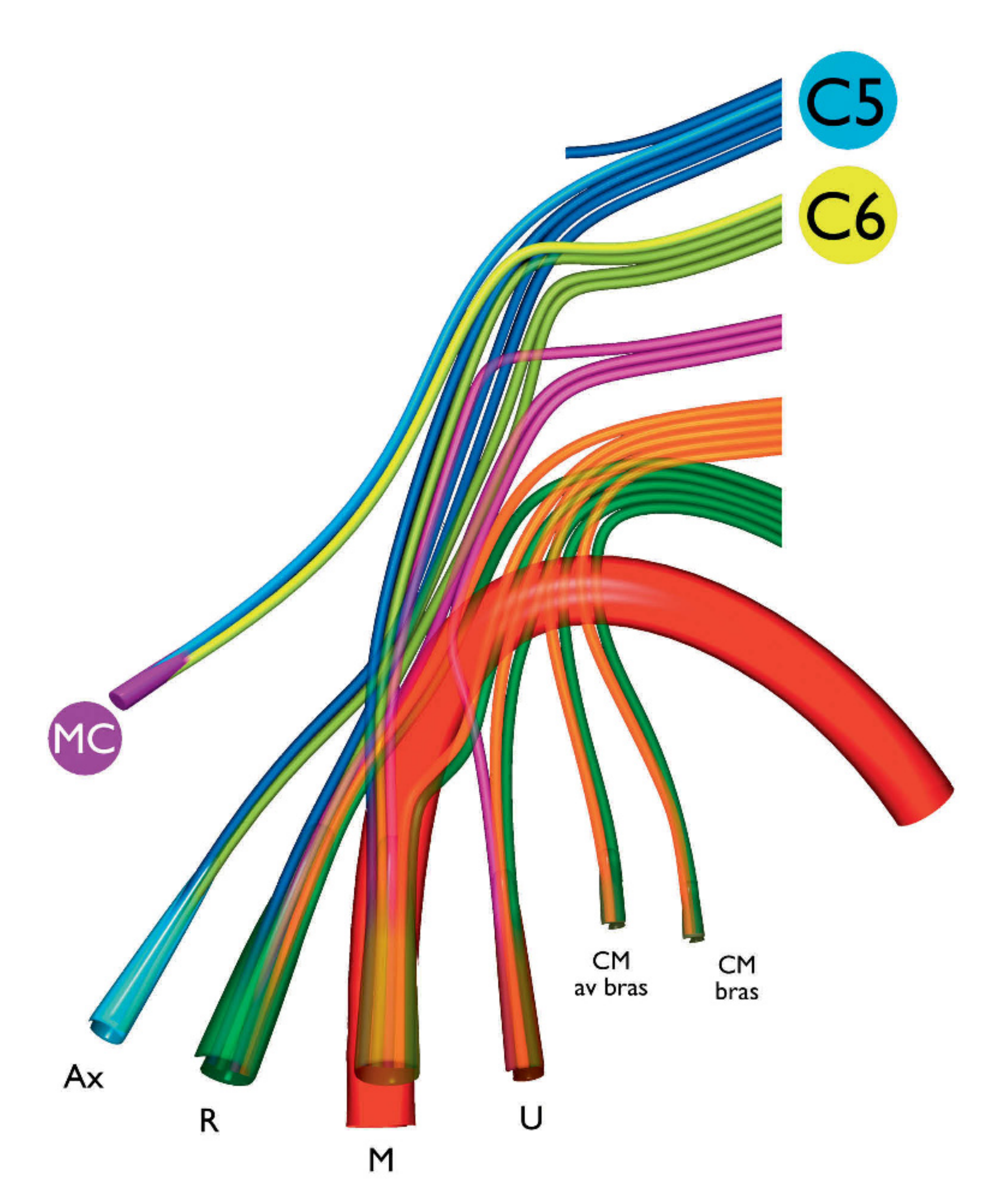


Figure MC1. Origine du nerf musculo-cutané

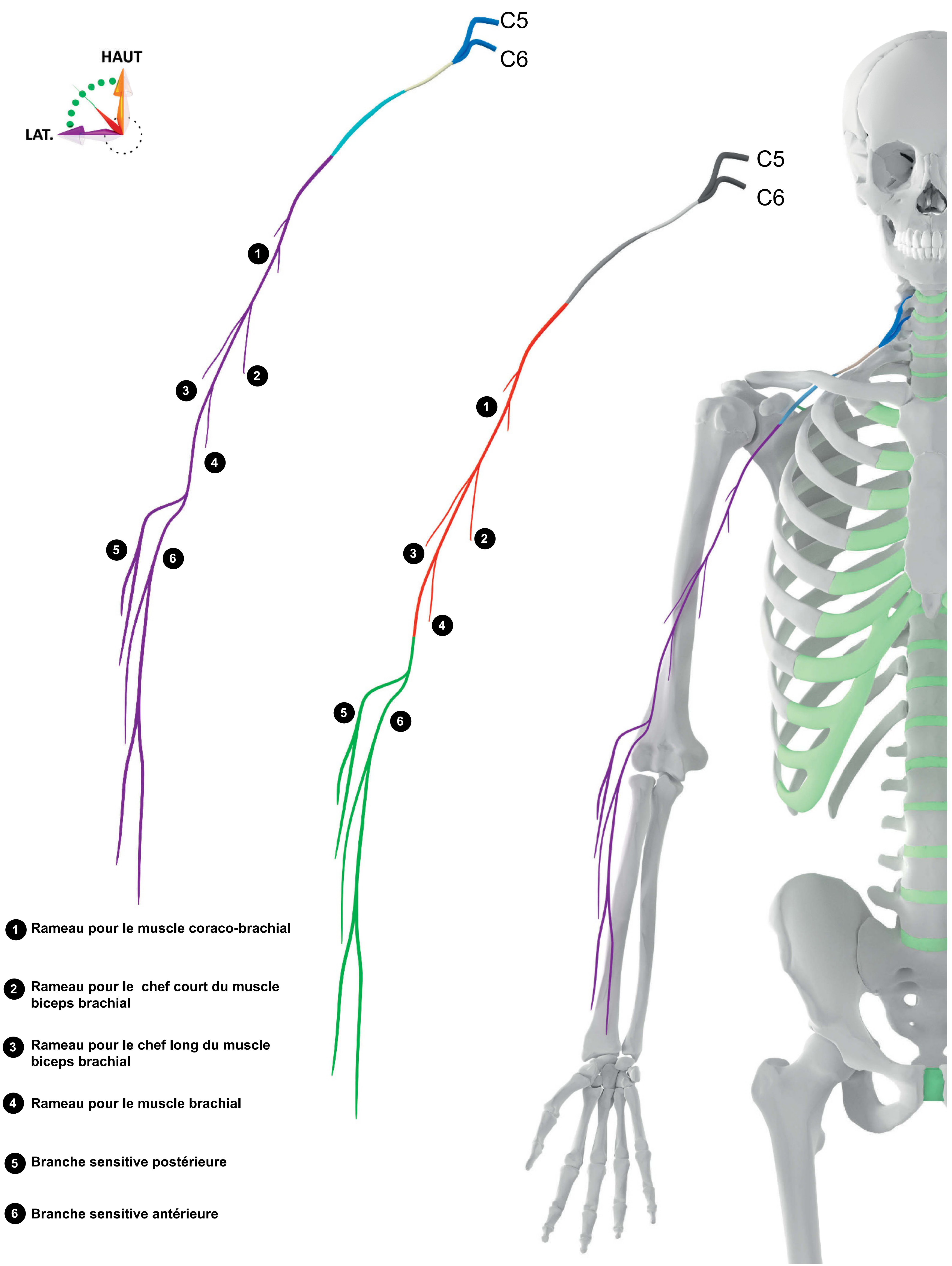


Figure MC2. Distribution et rapports osseux du nerf musculo-cutané

Données morphologiques - Branches motrices



1 - Faisceau acromial du muscle deltoïde

2 - Faisceau claviculaire du muscle deltoïde

3 - Muscle coraco-brachial

4 - Muscle grand rond

5 - Muscle brachial

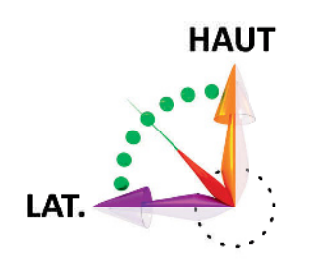


Figure MC3. Rapports musculaires du nerf musculo-cutané au bras

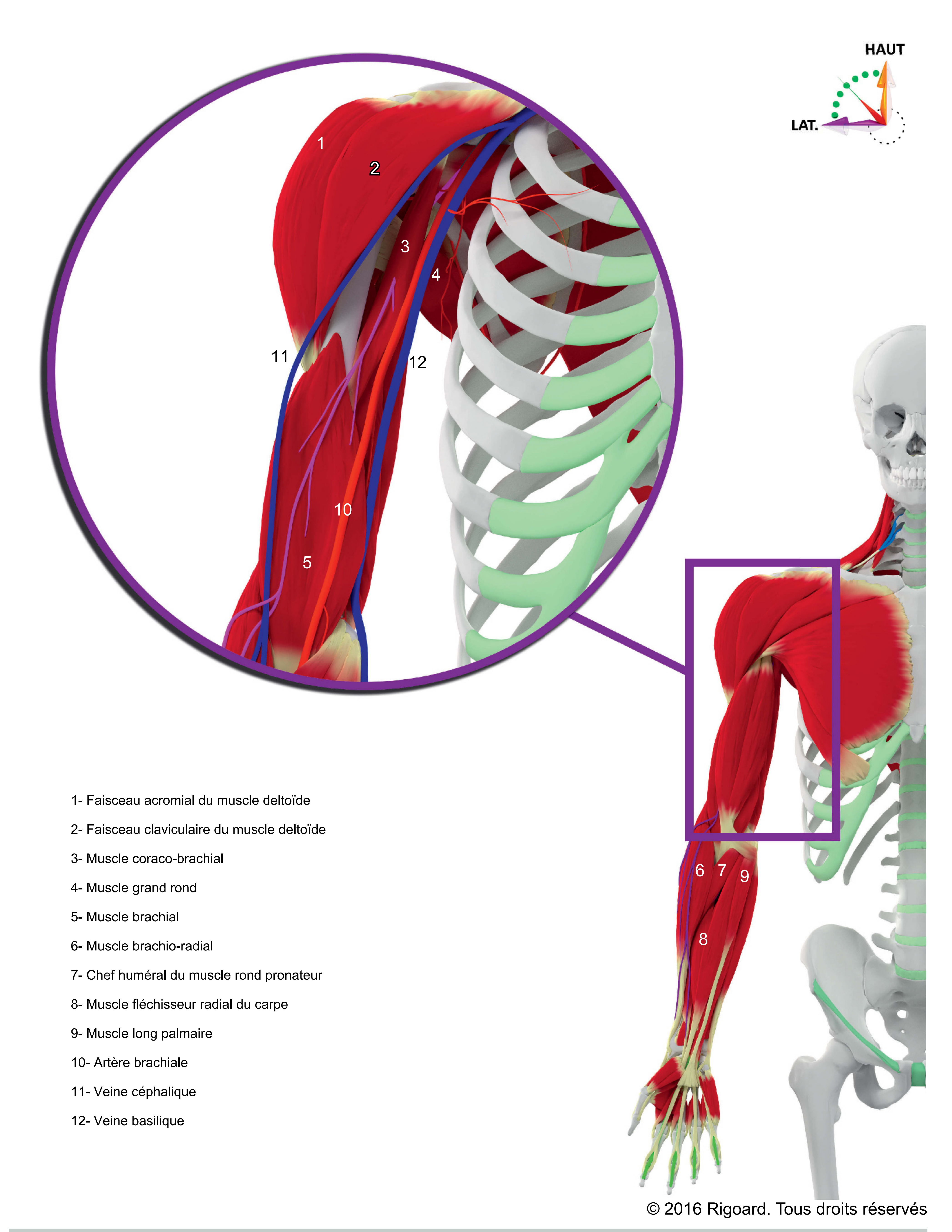


Figure MC4. Traversée du muscle coraco-brachial par le nerf musculo-cutané et rapports vasculo-nerveux

Données morphologiques - Branches sensitives

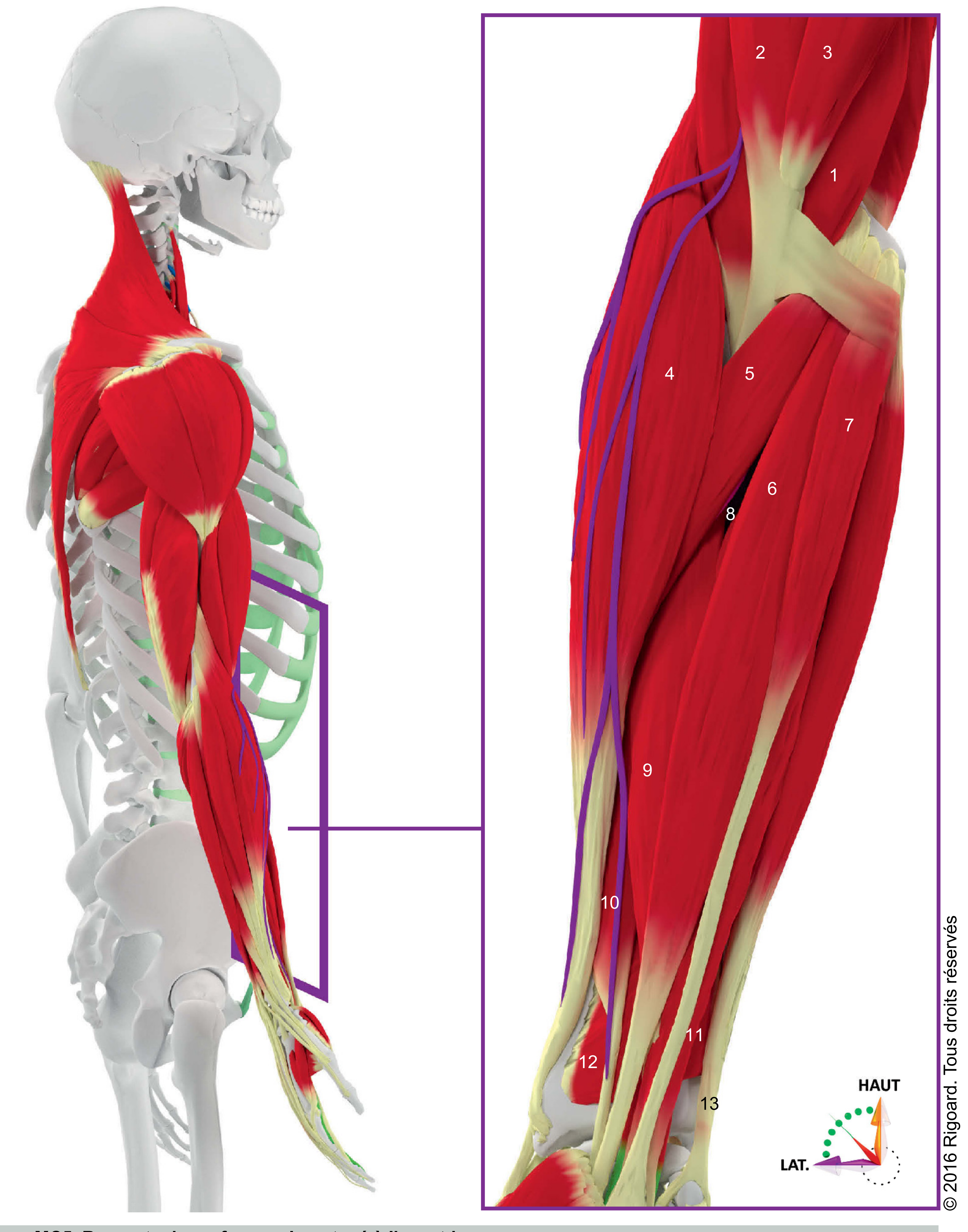


Figure MC5. Rapports du nerf musculo-cutané à l'avant-bras

1- Muscle brachial
2- Chef long du muscle biceps brachial
3- Chef court du muscle biceps brachial
4- Muscle brachio-radial
5- Chef huméral du muscle rond pronateur
6- Muscle fléchisseur radial du carpe
7- Muscle long palmaire
8- Chef huméral du muscle fléchisseur superficiel des doigts
9- Chef radial du muscle fléchisseur superficiel des doigts
10- Muscle long fléchisseur du pouce
11- Muscle fléchisseur profond des doigts
12- Muscle carré pronateur
13- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe
14- Artère brachiale
15- Artère ulnaire
16- Artère radiale
17- Veine médiane du bras
18- Veine céphalique
19- Veine basilique

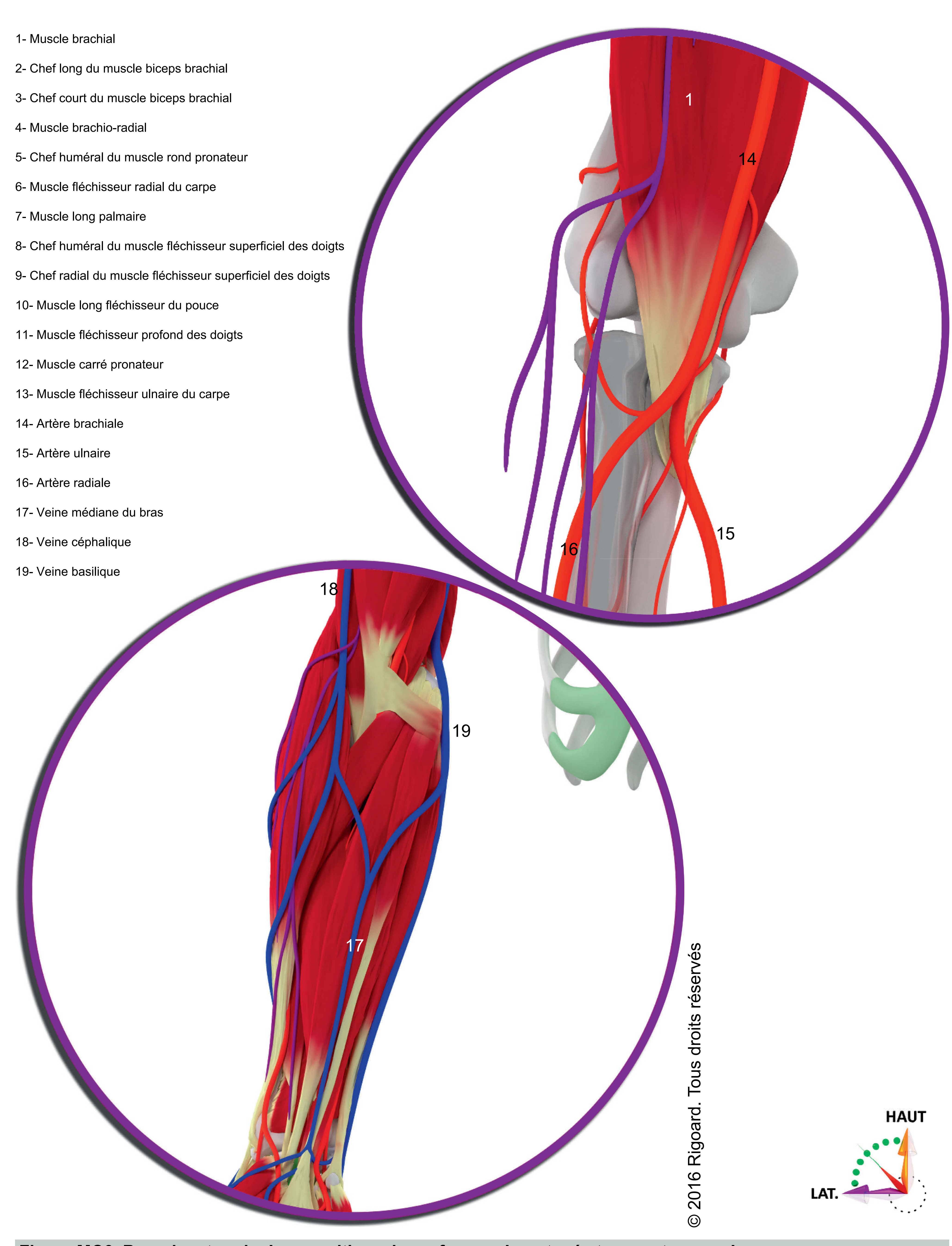


Figure MC6. Branches terminales sensitives du nerf musculo-cutané et rapports vasculo-nerveux

Données morphologiques - Synthèse

BRANCHES COLLATÉRALES

Le nerf musculo-cutané donne le long de son trajet les branches suivantes :
- nerf diaphysaire de l'humérus ;
- rameaux vasculaires, destinés à l'artère axillaire et à l'artère brachiale ;
- rameaux musculaires destinés aux muscles brachial, biceps brachial et coraco-brachial. Ce dernier reçoit en général deux branches, une supérieure qui se détache du nerf près de son origine et une inférieure, plus distale (Figure MC2) (Vidéo 11).

BRANCHES TERMINALES

Le nerf musculo-cutané se termine en traversant l'aponévrose du biceps brachial au niveau du pli du coude et devient alors le nerf cutané latéral de l'avant-bras.
Le nerf cutané latéral de l'avant-bras est constitué de deux branches, une antérieure et une postérieure, qui cheminent toutes deux en rapport de la veine céphalique pour innerver principalement le bord latéral de l'avant-bras (Figure MC6) (Vidéo 12).

FONCTION MOTRICE

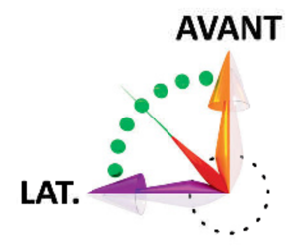
Il innerve les muscles coraco-brachial, biceps brachial et brachial. Ainsi, le nerf musculo-cutané est destiné à la flexion de l'avant-bras sur le bras et accessoirement à la supination *via* l'innervation du muscle biceps brachial (Figure MC7, MC8) (Vidéo 13).

FONCTION SENSITIVE

La fonction sensitive du nerf est assurée par sa branche terminale, le nerf cutané latéral de l'avant-bras. Sa branche antérieure est destinée à l'éminence thénar, mais sans en assurer l'innervation, et sa branche postérieure à la face postéro-latérale de l'avant-bras (Figure MC8) (Vidéo 14).

ANASTOMOSES

Le nerf médian reçoit le plus souvent une branche du nerf musculo-cutané. Au niveau de l'avant-bras, ce dernier s'anastomose également avec le nerf radial et le nerf cutané médial de l'avant bras, et à la face dorsale de la main avec le nerf ulnaire.



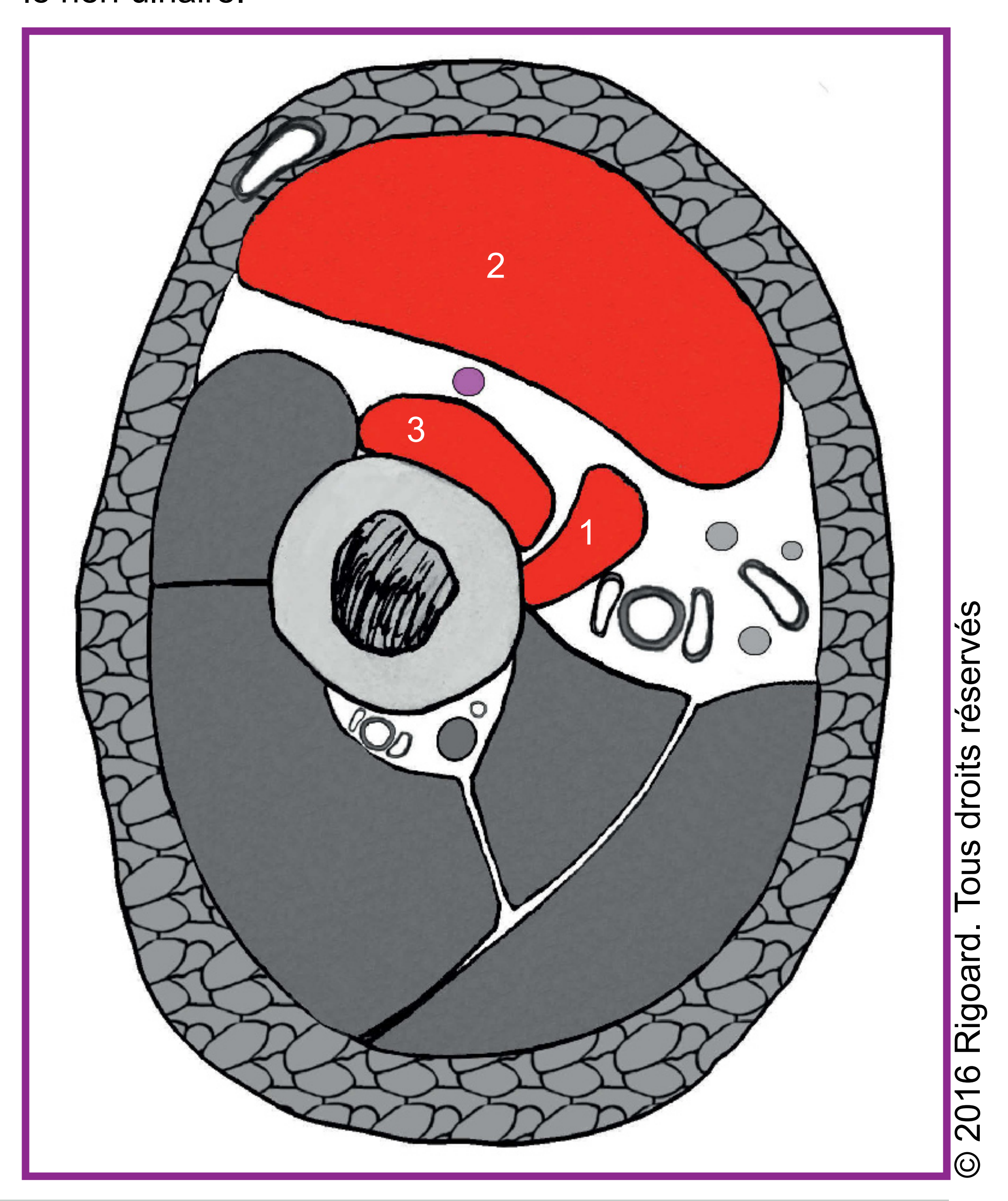
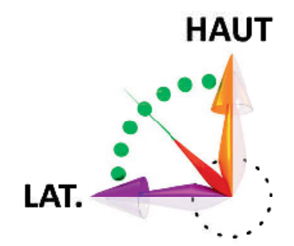


Figure MC7. Innervation motrice du nerf musculo-cutané



1- Muscle coraco-brachial

2- Muscle biceps brachial

3- Muscle brachial

1

2

3

Figure MC8. Innervation motrice (a) et sensitive (b) du nerf musculo-cutané

Données morphologiques - Coupes

1- Muscle grand pectoral

2- Muscle petit pectoral

3- Veine céphalique

4- Muscle deltoïde

5- Chef court du muscle biceps

6- Muscle coraco-brachial

7- Tendon du chef long du muscle biceps

8- Muscle grand dorsal

9- Humérus

10- Muscle grand rond

11- Chef latéral du muscle triceps brachial

12- Artère et nerf axillaire

13- Chef long du muscle triceps brachial

14- Muscle petit rond

15- Muscle infra-épineux

16- Scapula

17- Nerf cutané médial du bras

18- Nerf médian

19- Nerf cutané médial de l'avant-bras

20- Nerf ulnaire

21- Nerf radial

22- Nerf musculo-cutané

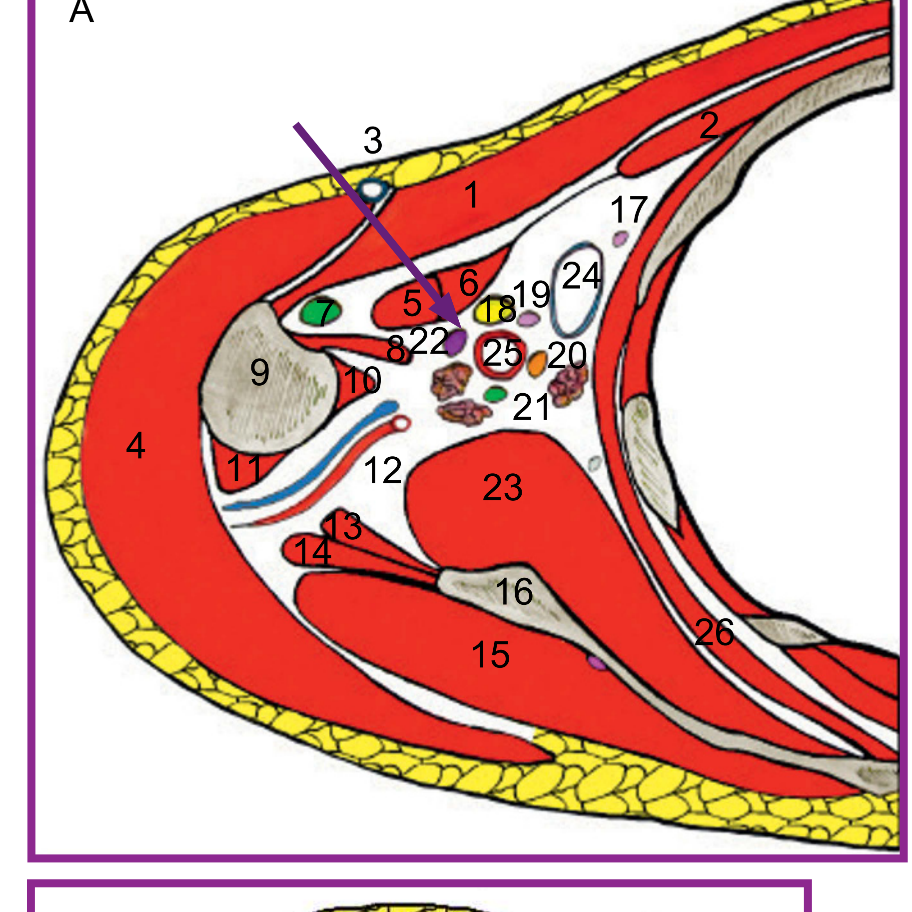
23- Muscle subscapulaire

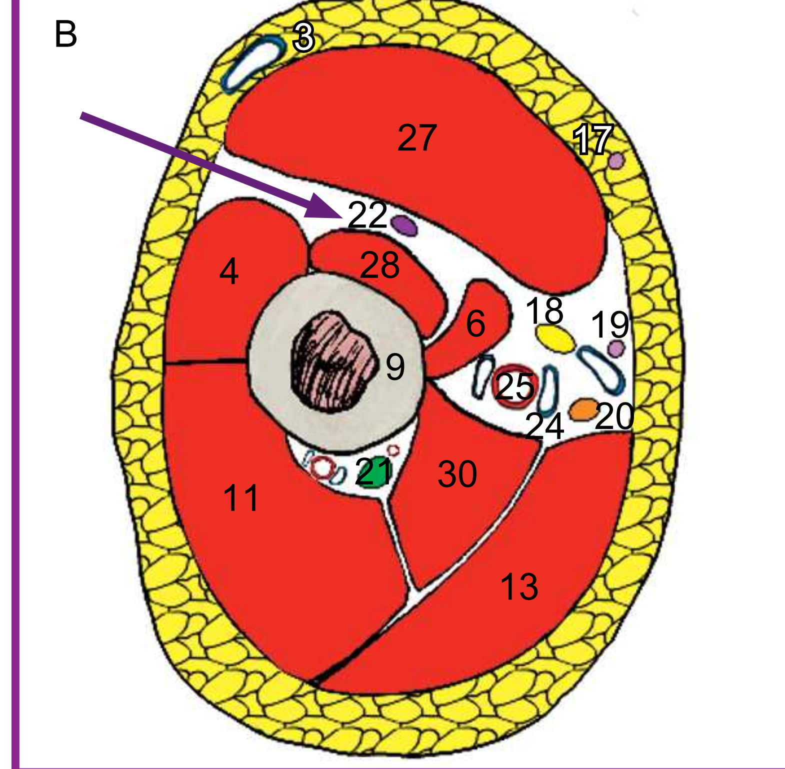
24- Veine brachiale

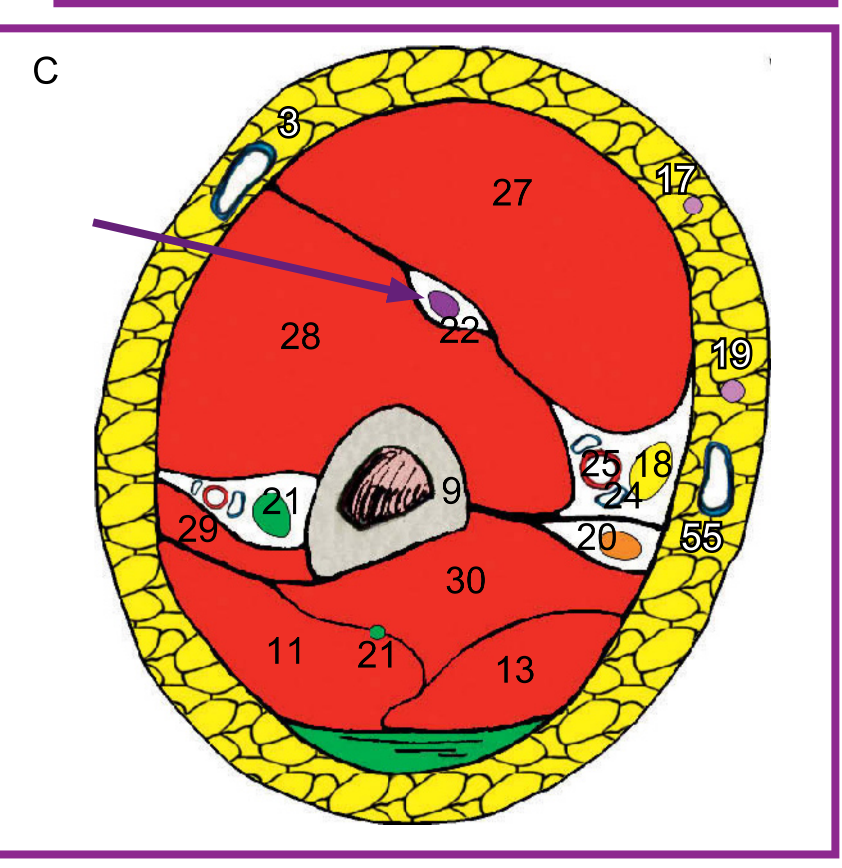
25- Artère brachiale

26- Muscle dentelé antérieur

27- Muscle biceps brachial







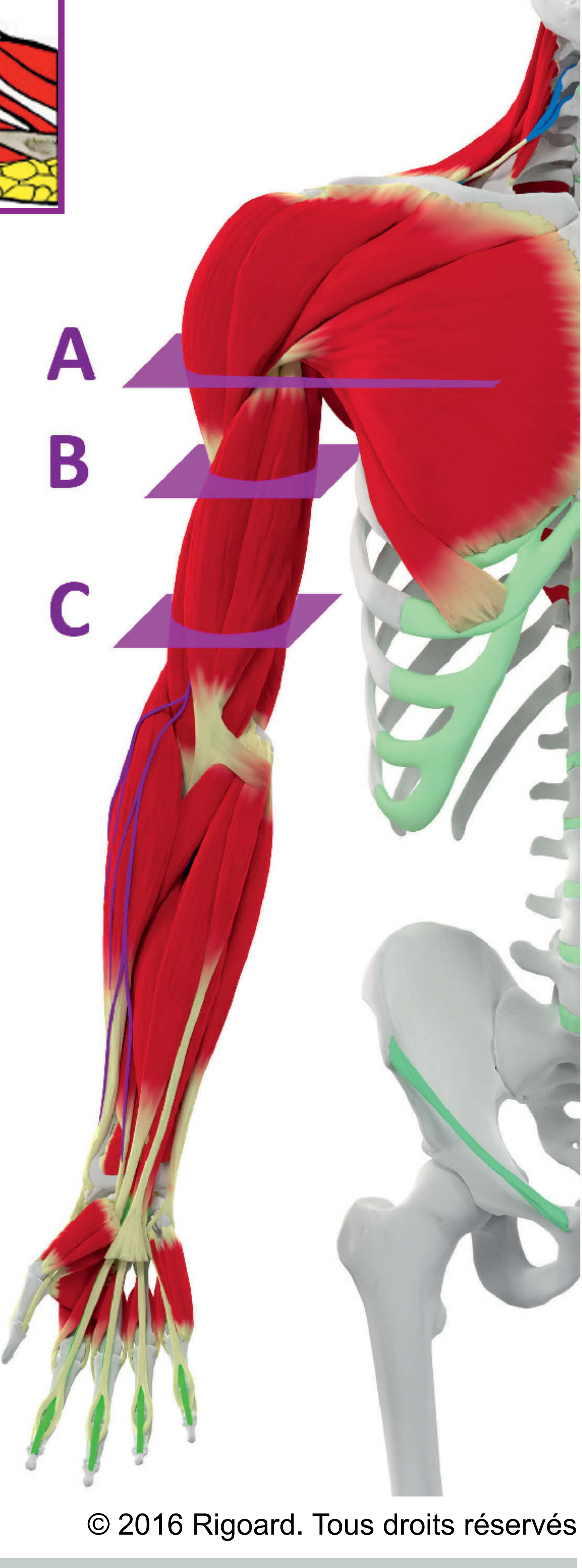
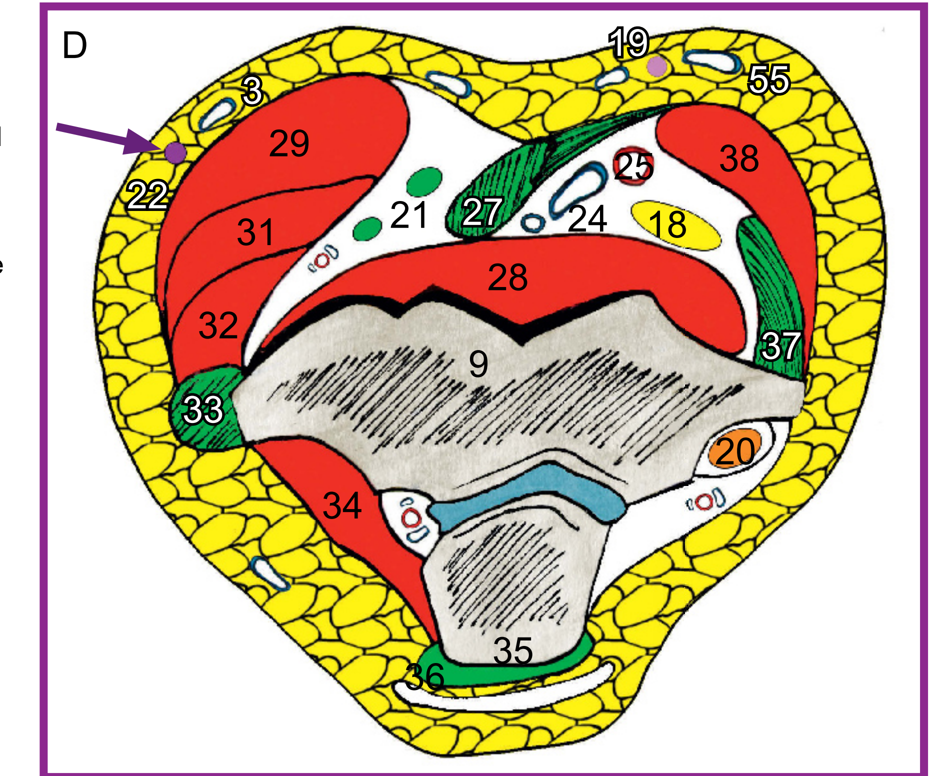
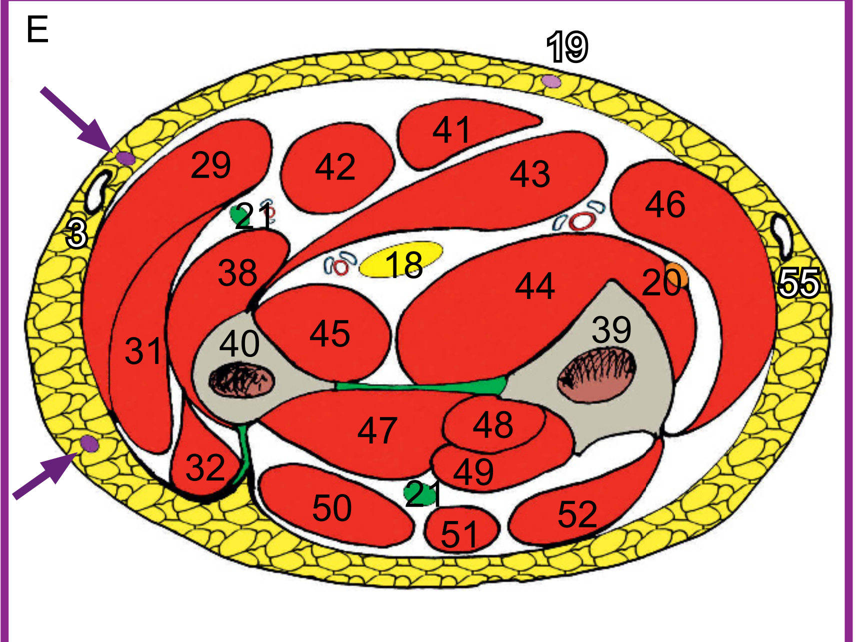
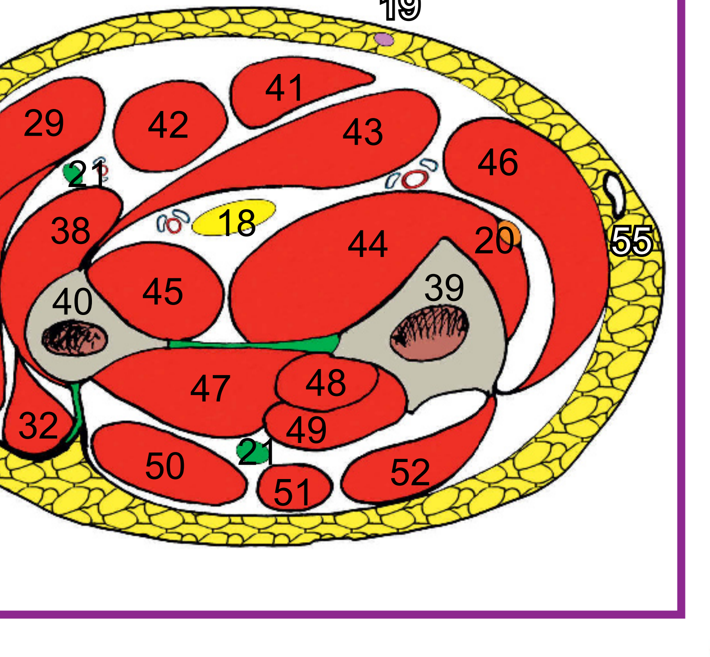
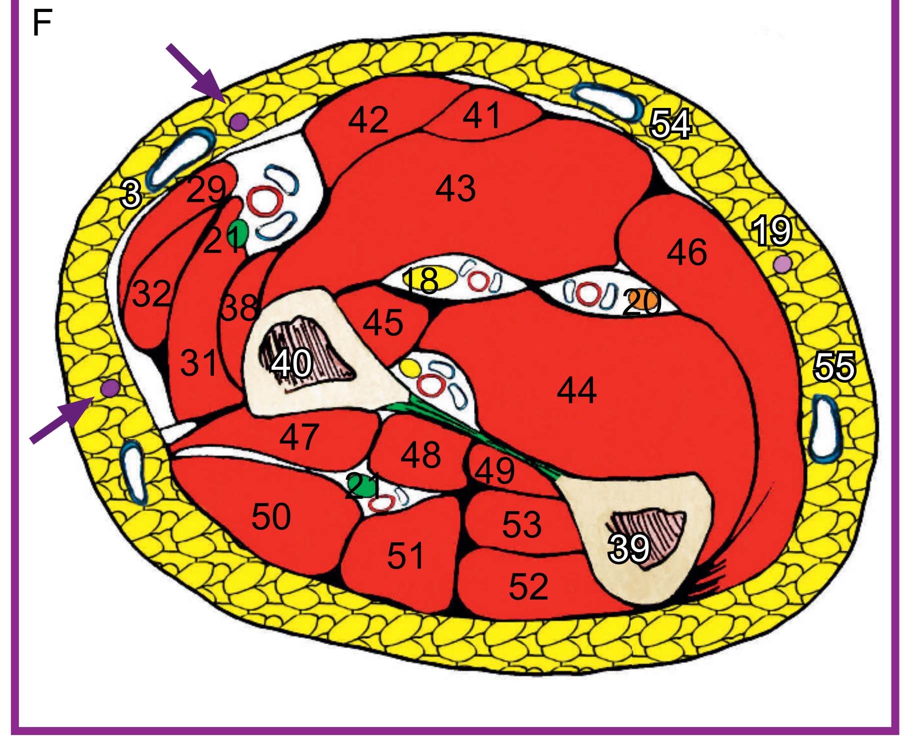


Figure MC9. Rapports du nerf musculo-cutané au bras, en coupes axiales

28- Muscle brachial
29- Muscle brachio-radial
30- Chef médial du muscle triceps brachial
31- Muscle long extenseur radial du carpe
32- Muscle court extenseur radial du carpe
33- Tendon des épicondyliens
34- Muscle anconé
35- Olécrâne
36- Tendon du muscle triceps brachial
37- Tendon des épitrochléens
38- Muscle rond pronateur
39- Ulna
40- Radius
41- Muscle long palmaire
42- Muscle fléchisseur radial du carpe
43- Muscle fléchisseur superficiel des doigts
44- Muscle fléchisseur profond des doigts
45- Muscle long fléchisseur du pouce
46- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe
47- Muscle long abducteur du pouce
48- Muscle court extenseur du pouce
49- Muscle long extenseur du pouce
50- Muscle extenseur des doigts
51- Muscle extenseur du petit doigt
52- Muscle extenseur ulnaire du carpe
53- Muscle extenseur de l'index
54- Veine médiane de l'avant-bras
55- Veine basilique





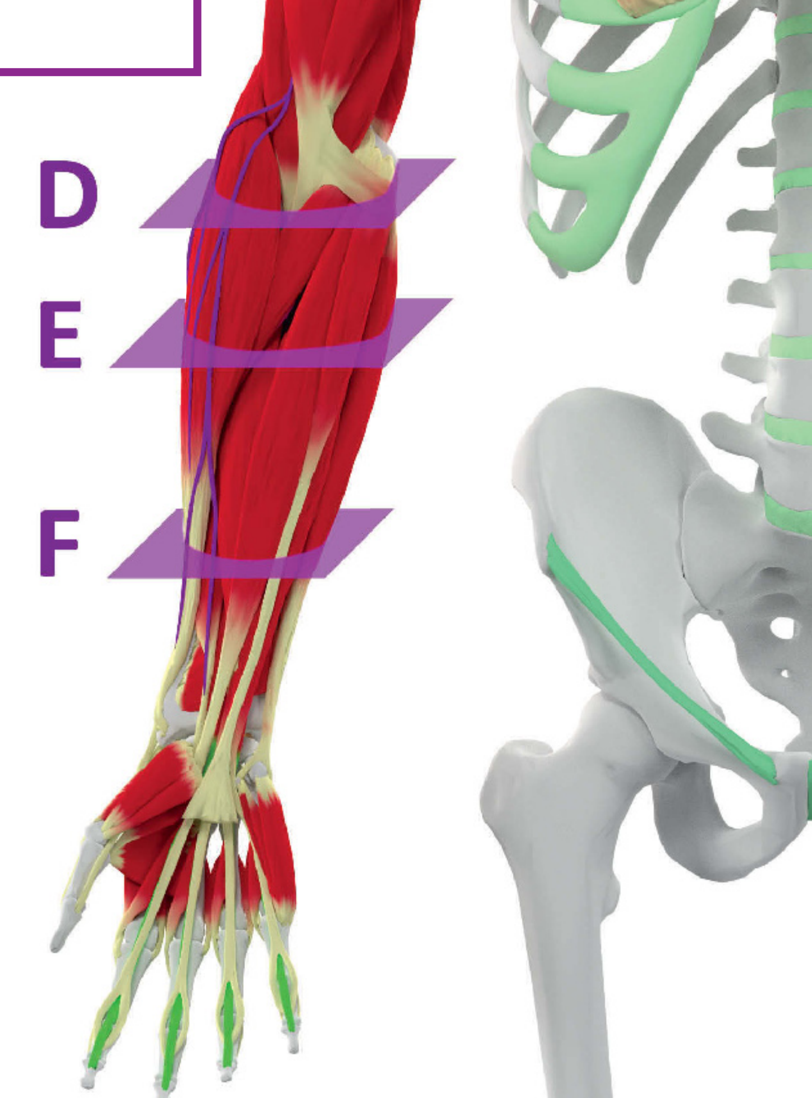
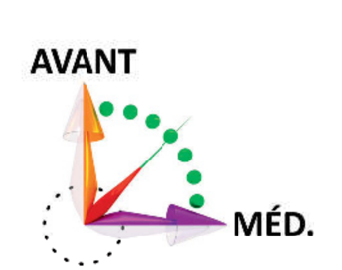


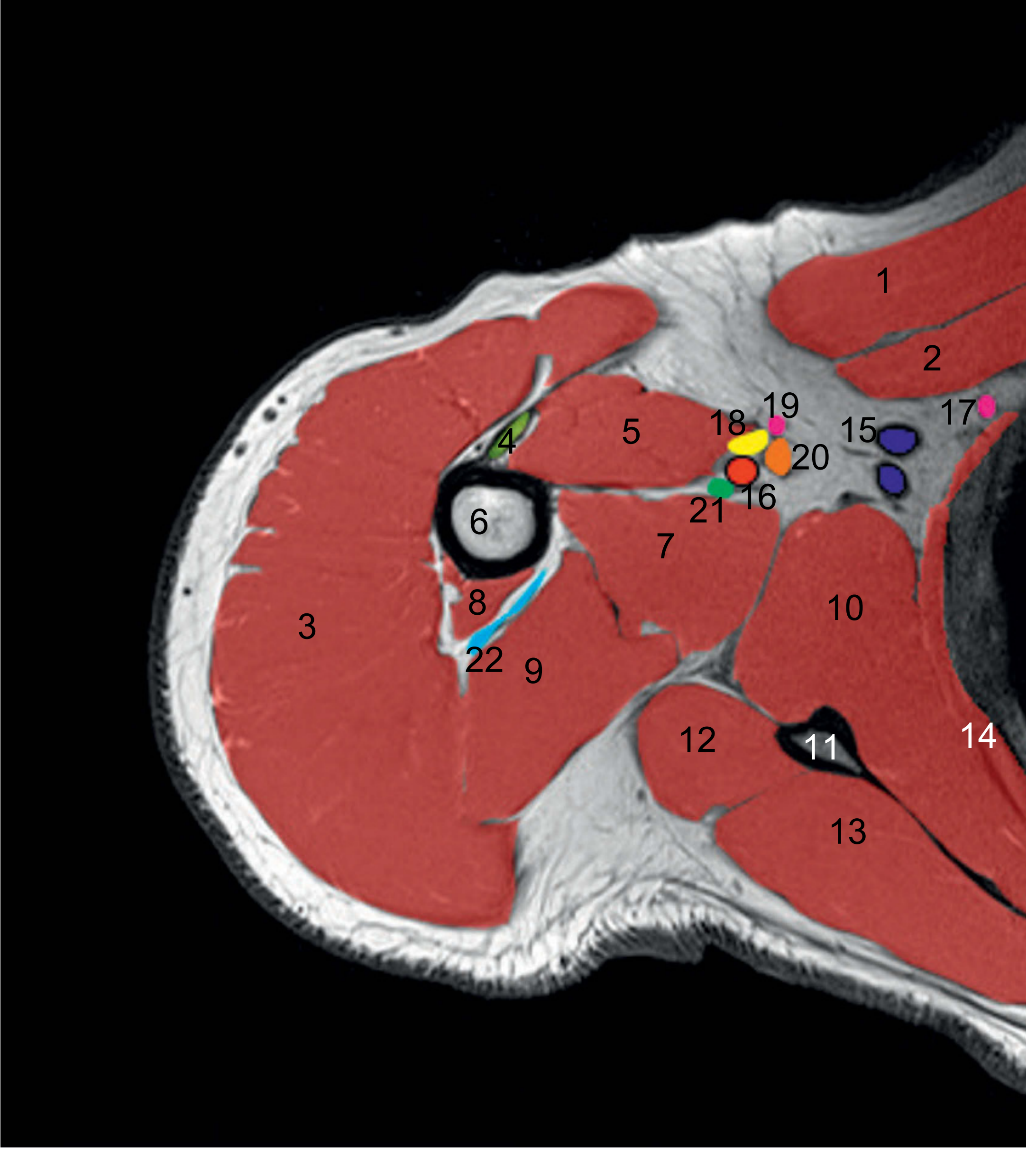
Figure MC10. Rapports du nerf musculo-cutané au coude et à l'avant-bras, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM



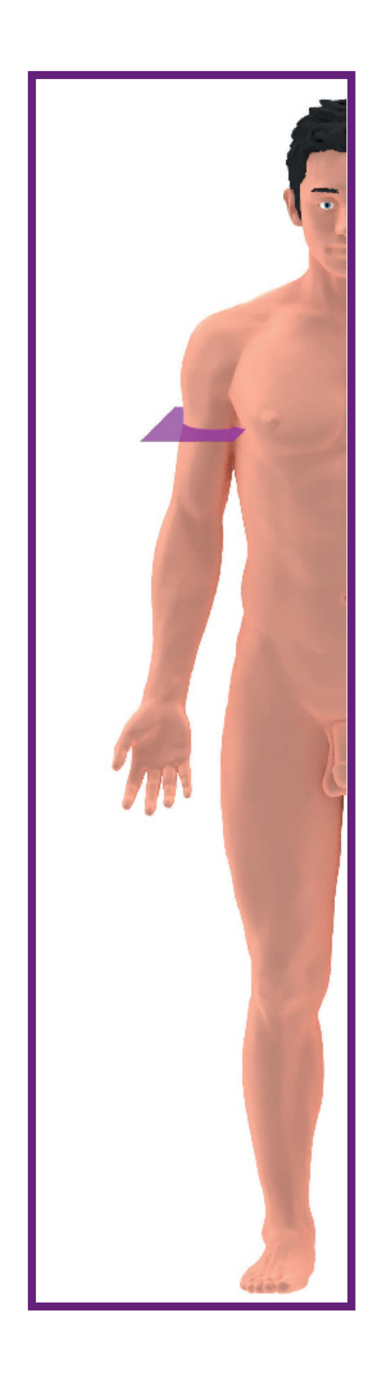


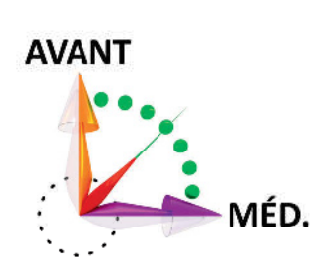


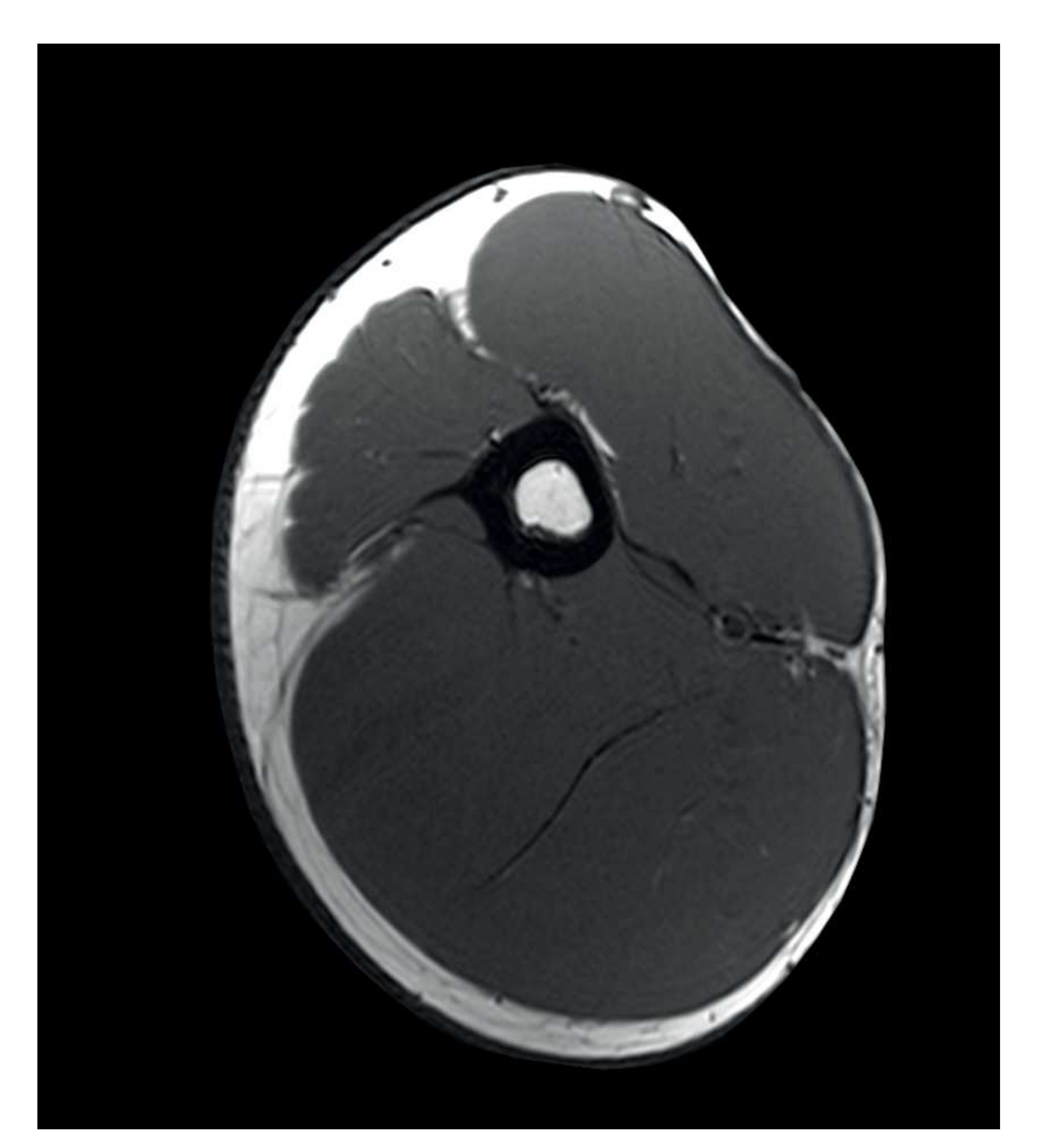


1- Muscle grand pectoral
2- Muscle petit pectoral
3- Muscle deltoïde
4- Chef long du muscle biceps brachial
5- Muscle grand dorsal
6- Humérus
7- Muscle grand rond
8- Chef latéral du muscle triceps
9- Chef médial du muscle triceps
10- Muscle subscapulaire
11- Scapula
12- Muscle petit rond
13- Muscle infra-épineux
14- Muscle dentelé antérieur
15- Veine brachiale
16- Artère brachiale
17- Nerf cutané médial du bras
18- Nerf médian
19- Nerf cutané médial de l'avant-bras
20- Nerf ulnaire
21- Nerf radial
22- Nerf axillaire

Figure MC11. Coupes IRM à l'épaule passant par le nerf musculo-cutané







1- Muscle deltoïde

2- Humérus

3- Chef latéral du muscle triceps

4- Chef médial du muscle triceps

5- Artère brachiale

6- Nerf médian

7- Nerf cutané médial de l'avant-bras

8- Nerf ulnaire

9- Veine céphalique

10- Veine basilique

11- Nerf radial

12- Nerf musculo-cutané

13- Chef long du muscle triceps

14- Muscle biceps brachial

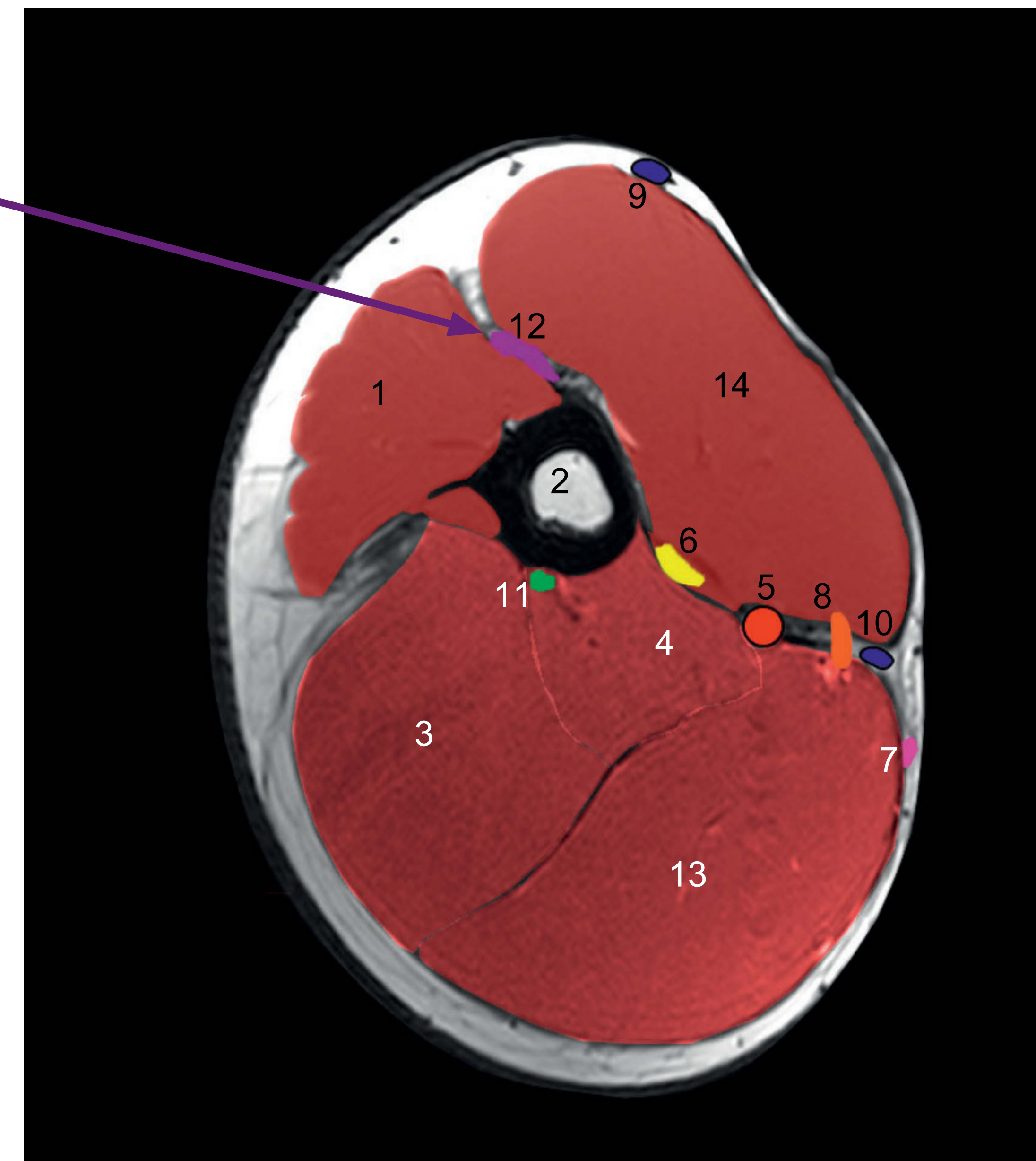
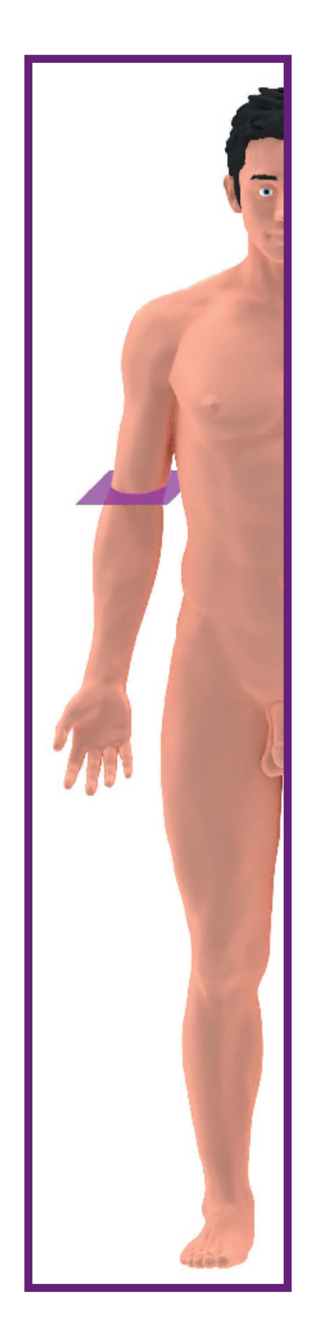
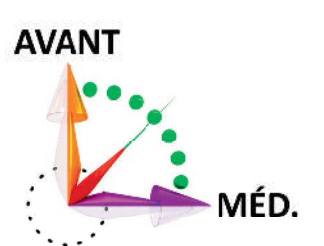
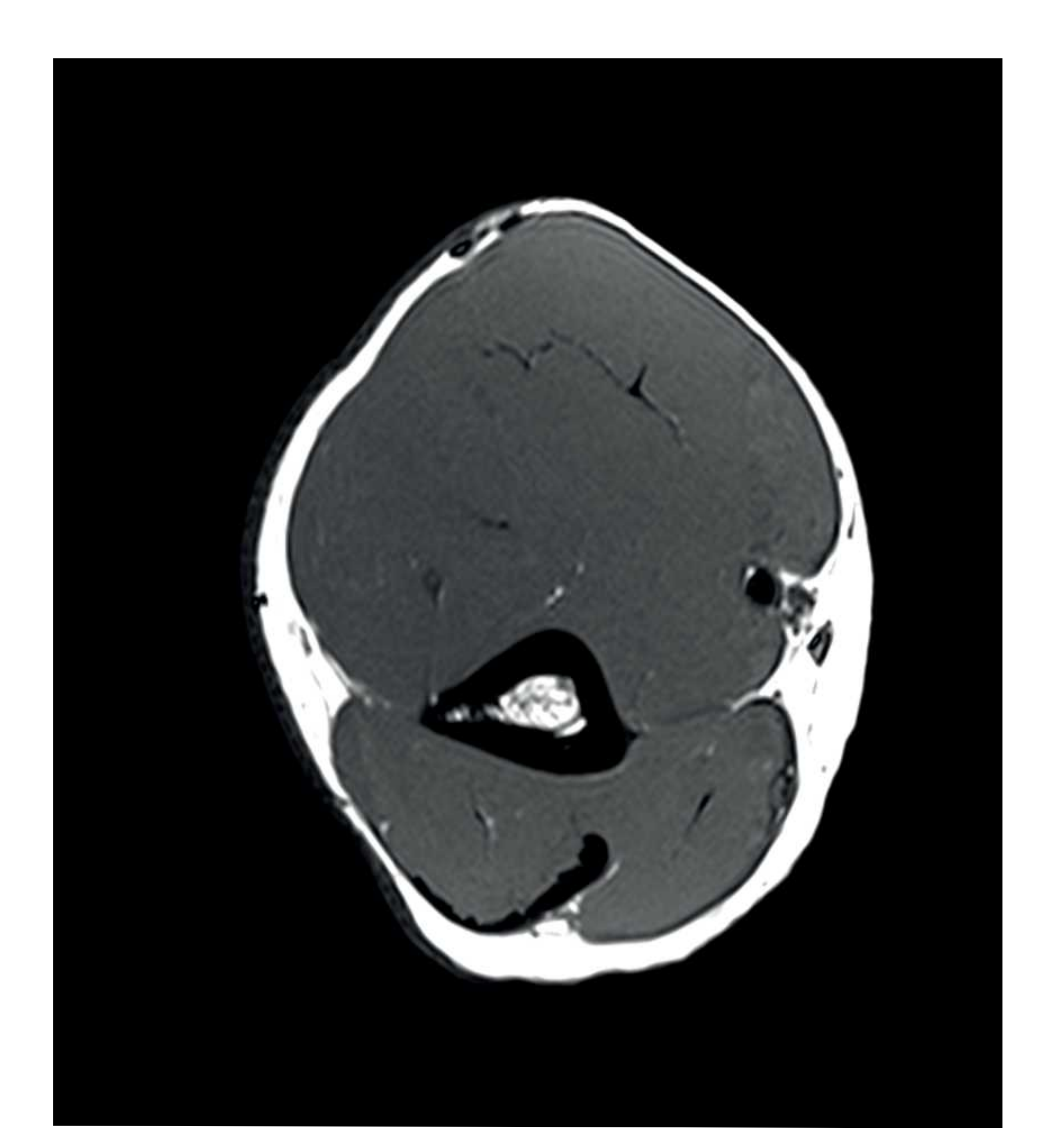


Figure MC12. Coupes IRM au tiers proximal du bras passant par le nerf musculo-cutané









1- Muscle biceps brachial

2- Muscle brachio-radial

3- Muscle brachial

4- Chef latéral du muscle triceps

5- Humérus

6- Chef long du muscle triceps

7- Chef médial du muscle triceps

8- Veine céphalique

9- Nerf radial

10- Nerf musculo-cutané

11- Artère brachiale

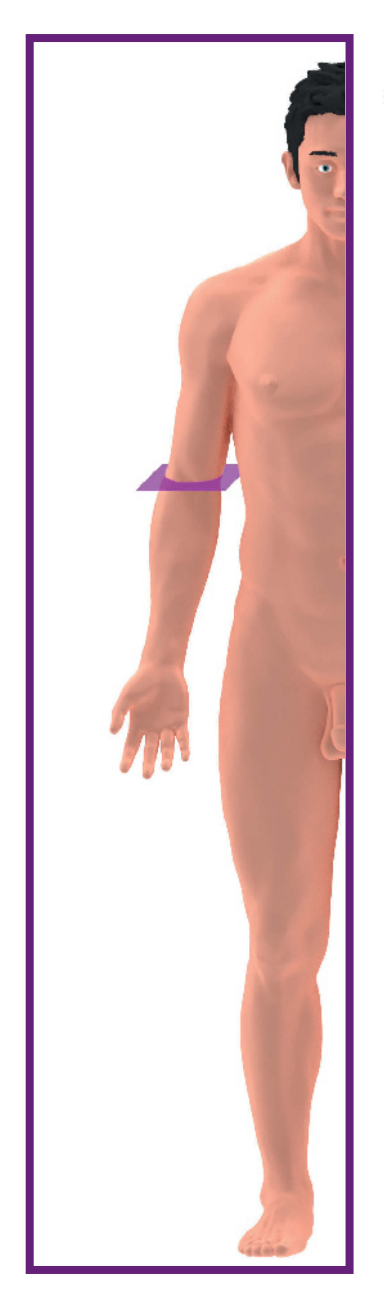
12- Veine brachiale

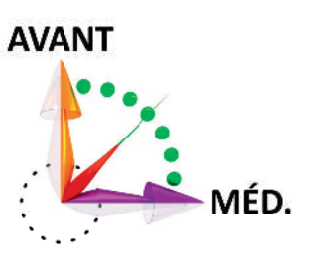
13- Nerf médian

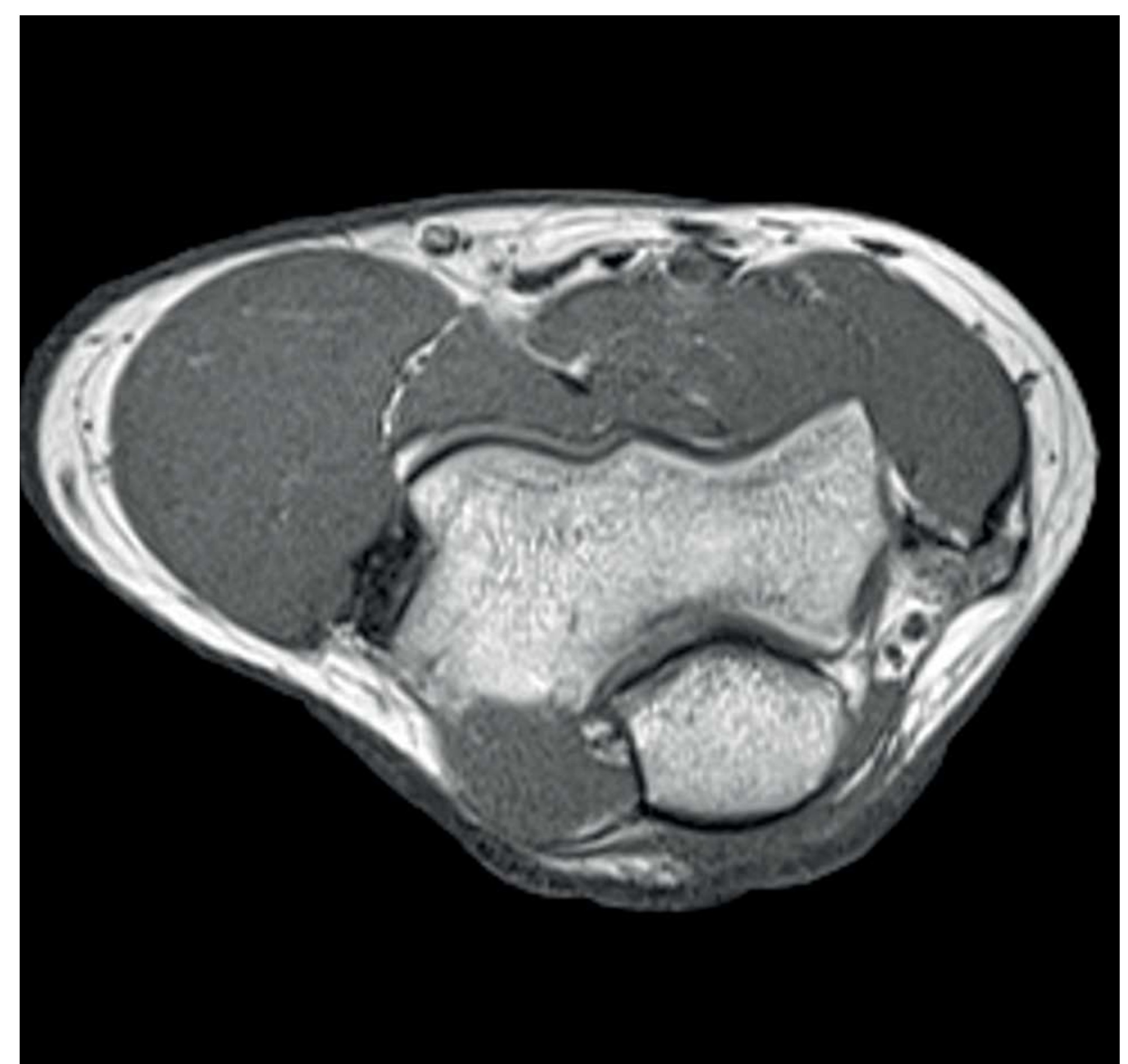
14- Veine basilique

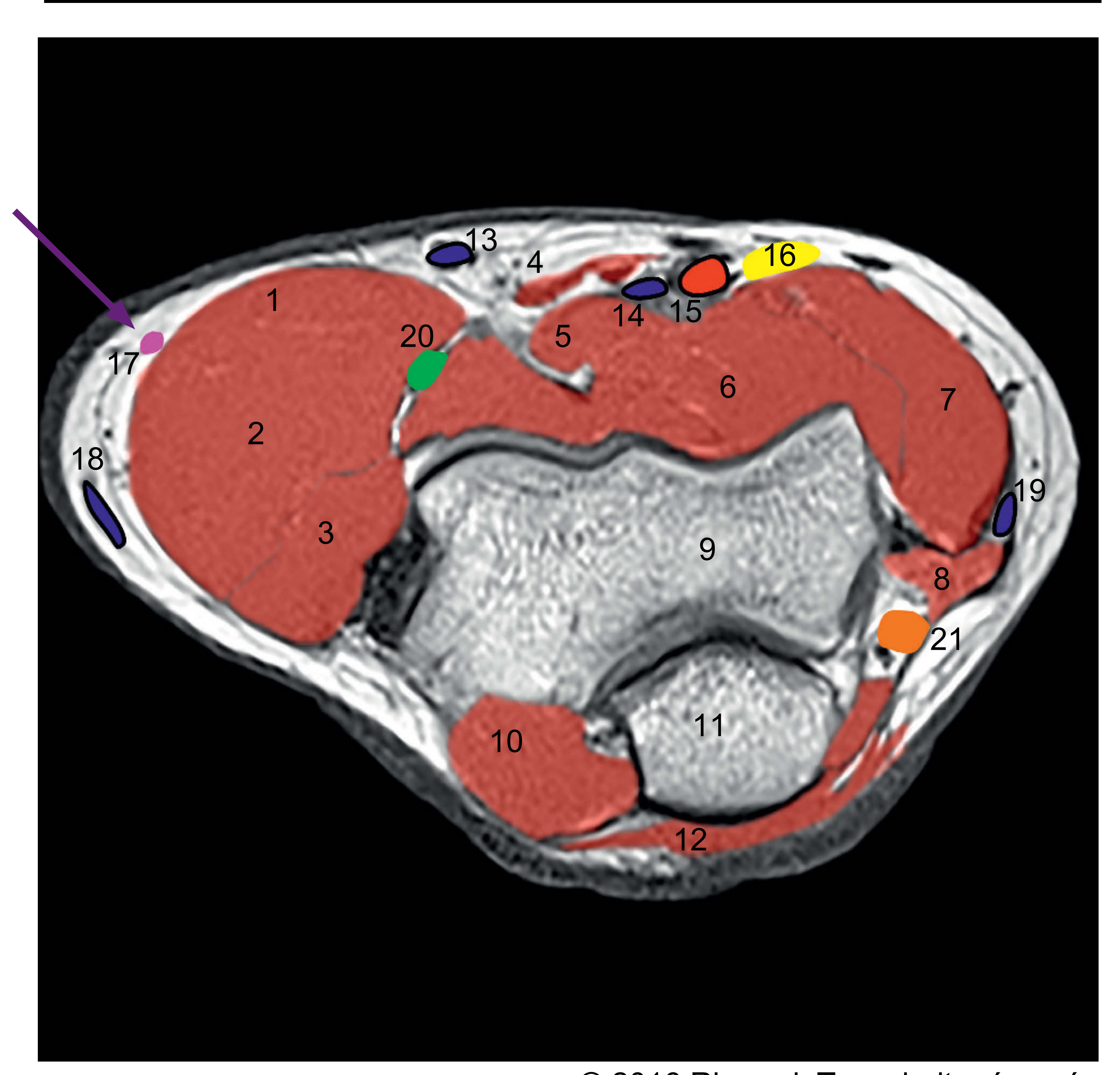
15- Nerf ulnaire

Figure MC13. Coupes IRM au tiers distal du bras passant par le nerf musculo-cutané









1- Muscle brachio-radial

2- Muscle long extenseur radial du carpe

3- Muscle court extenseur radial du carpe

4- Muscle biceps brachial

5- Tendon du muscle long biceps

6- Muscle brachial

7- Muscle rond pronateur

8- Tendon des muscles épicondyliens médiaux

9- Humérus

10- Muscle anconé

11- Ulna

12- Muscle triceps brachial

13- Veine médiale du coude

14- Veine brachiale

15- Artère brachiale

16- Nerf médian

17- Nerf musculo-cutané

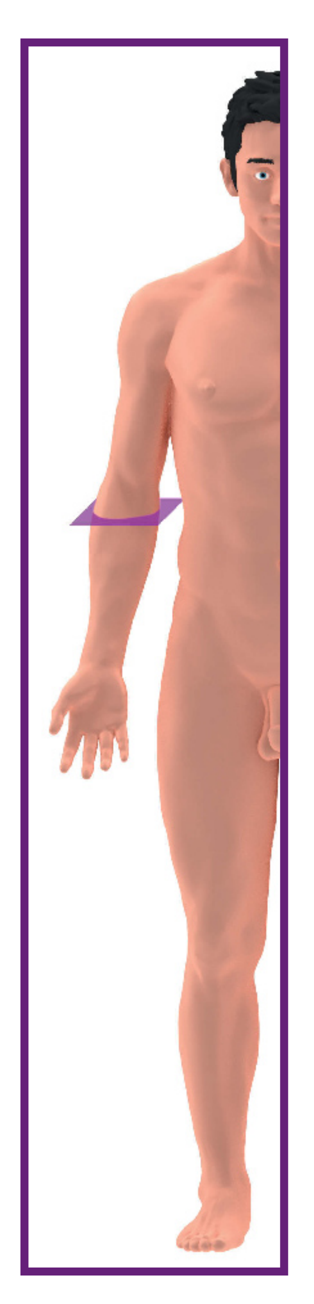
18- Veine céphalique

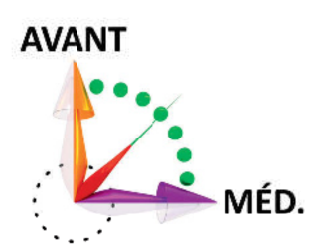
19- Veine basilique

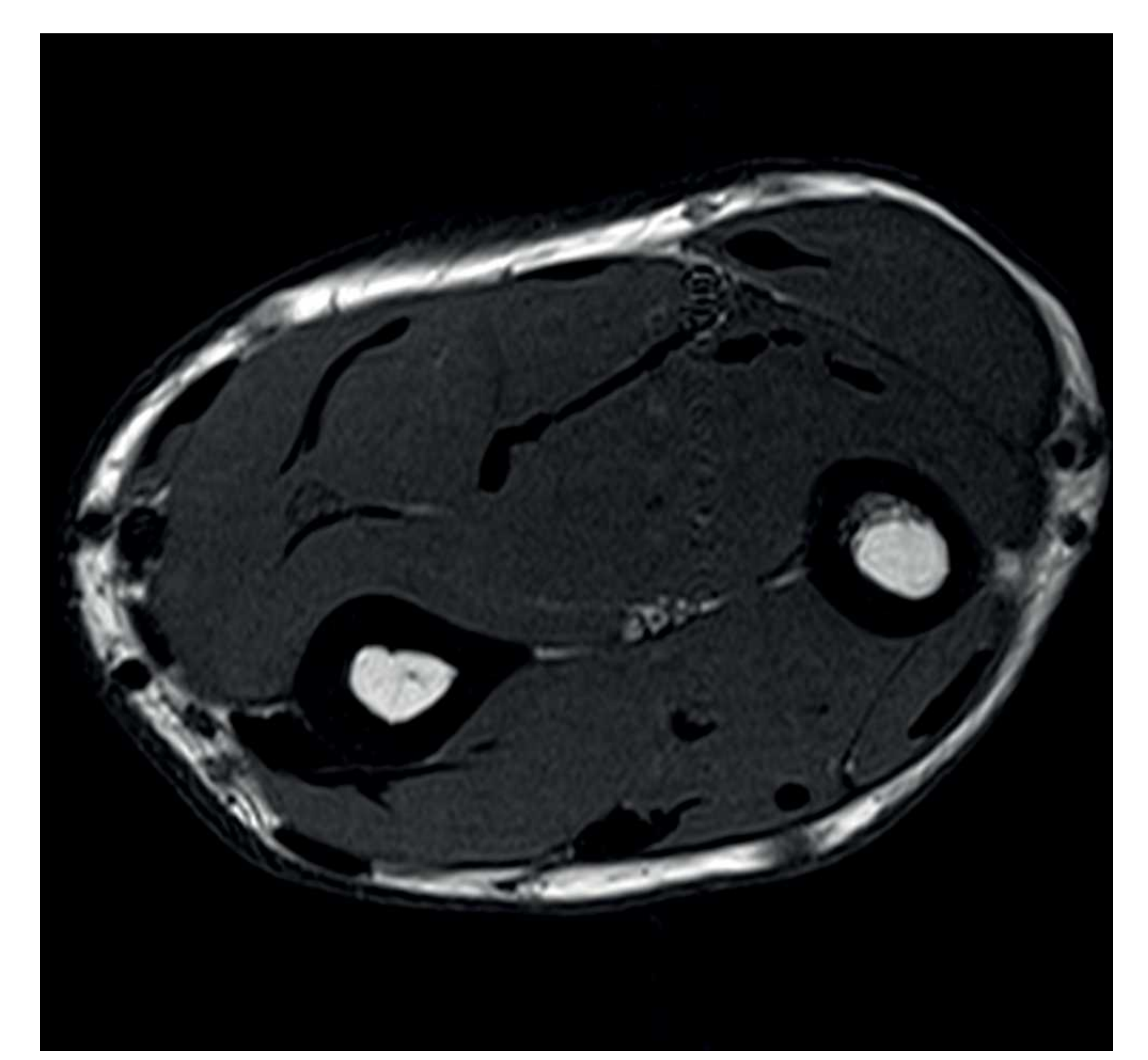
20- Nerf radial

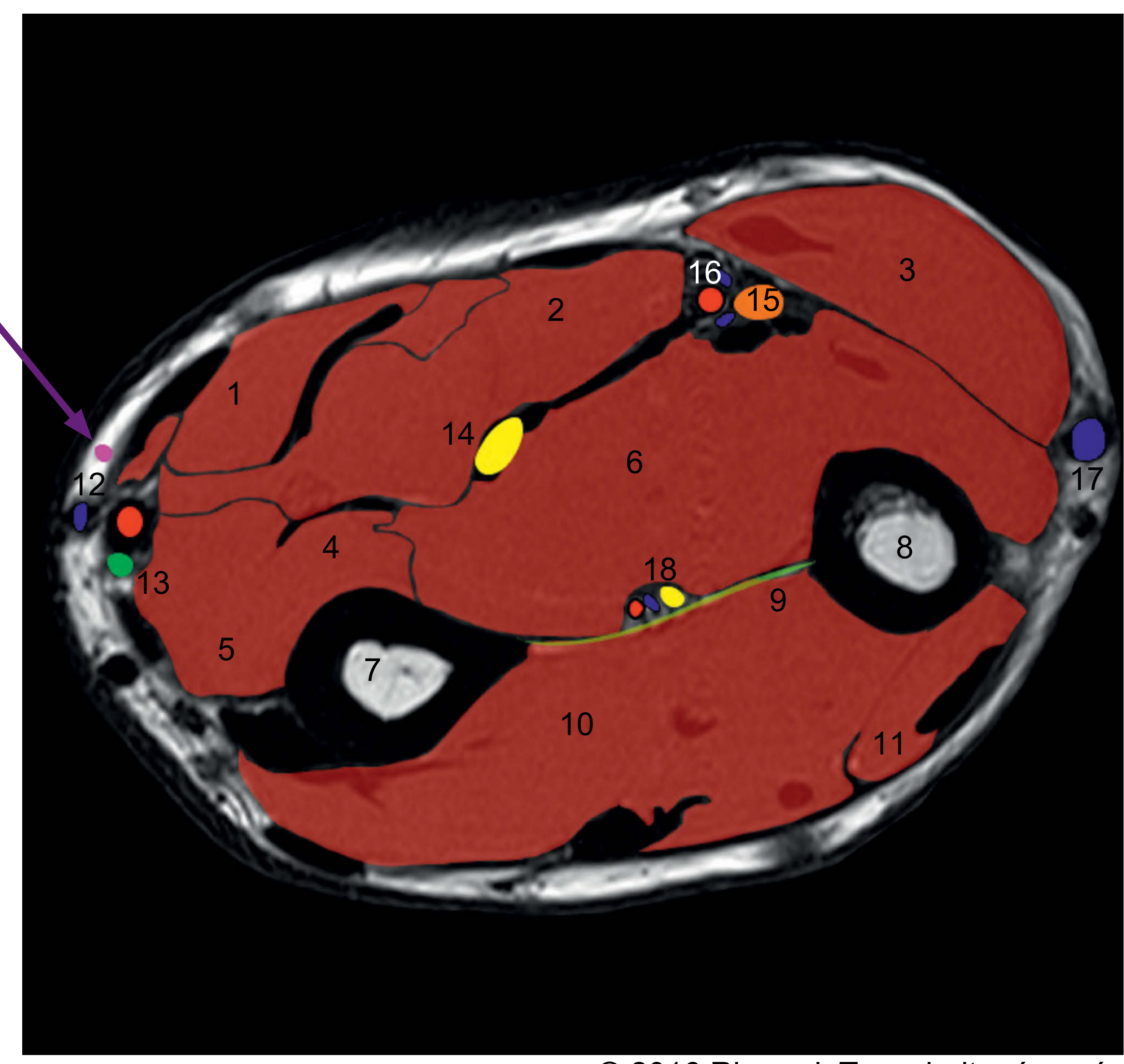
21- Nerf ulnaire

Figure MC14. Coupes IRM au coude passant par le nerf musculo-cutané









1- Muscle fléchisseur radial du carpe

2- Muscle fléchiseur superficiel des doigts

3- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

4- Muscle long fléchisseur du pouce

5- Muscle court extenseur radial du carpe

6- Muscle fléchisseur profond des doigts

7- Radius

8- Ulna

9- Membrane interosseuse de l'avant-bras

10- Loge postérieure des muscles extenseurs des doigts

11- Muscle extenseur du carpe

12- Artère et veine radiales

13- Nerf radial

14- Nerf médian

15- Nerf ulnaire

16- Artère et veine ulnaires

17- Veine basilique

18- Artère, veine et nerf interosseux antérieurs

Figure MC15. Coupes IRM à l'avant-bras passant par le nerf musculo-cutané

Pathologie

Les atteintes isolées du nerf musculo-cutané sont moins fréquentes que les autres nerfs mixtes du membre supérieur (Figure MC16).

Étiologie

- Traction : elle peut se produire lors d'un mouvement brutal d'abduction et de rotation latérale du bras. Mais il ne s'agit pas du mécanisme lésionnel principal du nerf musculo-cutané. Si le traumatisme n'est pas brutal, le mécanisme incriminé est plutôt une perturbation de la vascularisation du nerf qu'une lésion directe (Salmon, 1967).
- Section : elle est généralement post-chirurgicale ou beaucoup plus rarement spontanée.
- Compression : le nerf musculo-cutané peut être comprimé principalement au niveau de deux sites potentiels : la traversée du muscle coraco-brachial, à quatre travers de doigts sous la pointe du processus coracoïde, lors d'un mouvement de rétropulsion brutale de la scapula, et au niveau du pli du coude, par l'aponévrose et le tendon du biceps contre le fascia du muscle brachial. Cette compression peut également survenir lors d'efforts répétés et/ou inhabituels provoquant une contraction anormalement intense des muscles de la loge antérieure du bras (biceps brachial, brachial et coraco-brachial principalement). Si l'atteinte est suffisamment distale, elle ne concerne que le contingent sensitif du nerf, le nerf cutané latéral de l'avant-bras (pour mémoire, le nerf musculo-cutané devient le nerf cutané latéral de l'avant-bras à hauteur de l'épicondyle latéral de l'humérus).

Signes cliniques

- Signes sensitifs : l'hypoesthésie, les douleurs neuropathiques et/ou les paresthésies concernent le territoire sensitif du nerf musculo-cutané (la face latérale de l'avant-bras jusqu'au pouce).
- Signes moteurs : la plainte du patient concerne surtout l'hypotonie du muscle biceps brachial. Le déficit moteur concerne la flexion de l'avant-bras sur le bras, en particulier lorsque le bras est placé en supination. Lorsque l'atteinte est chronique, on peut observer une amyotrophie globale des muscles de la loge antérieure du bras. Le réflexe bicipital est aboli (C5), sauf en cas d'atteinte isolée du nerf cutané latéral de l'avant-bras, en distalité.

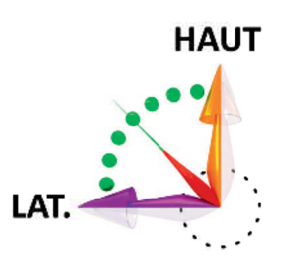
Examens complémentaires

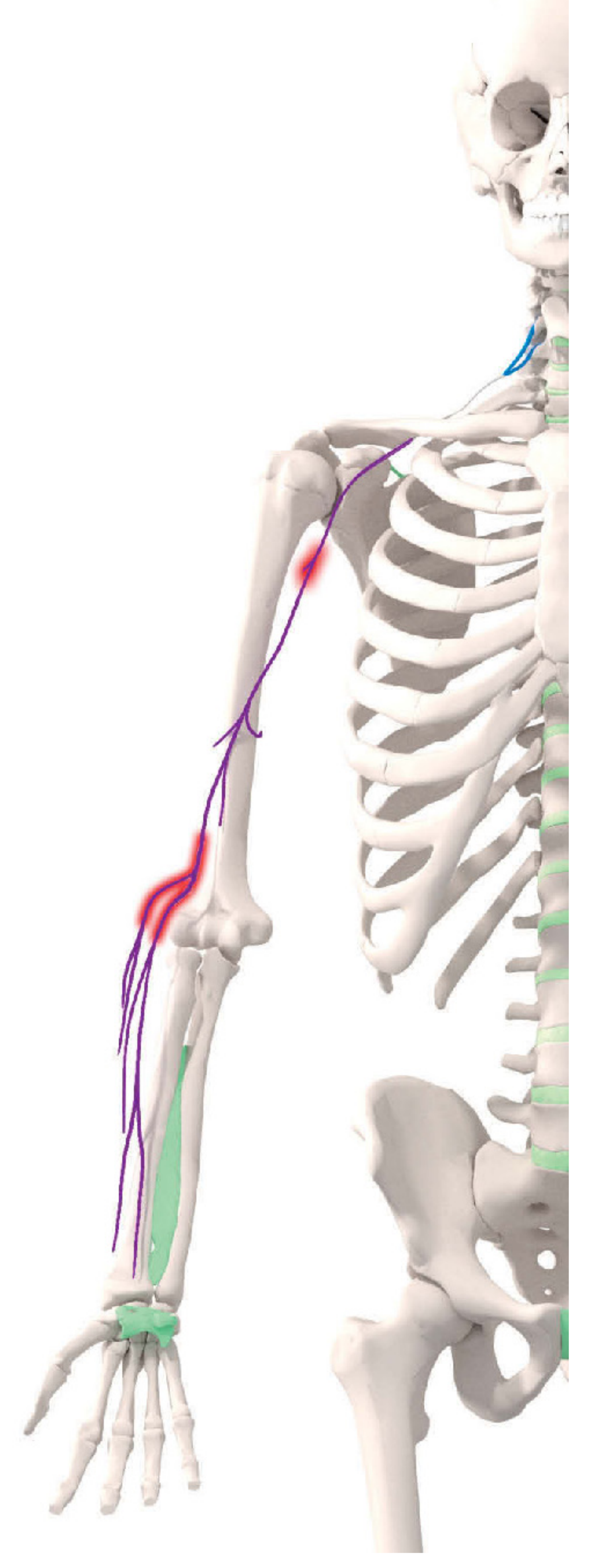
- L'électroneuromyogramme permet d'isoler une atteinte axonale et/ou démyélinisante du nerf musculo-cutané. Il apprécie en premier lieu l'innervation du muscle biceps brachial.

Aucun autre examen complémentaire n'est requis en cas de contexte clinique évocateur.

Traitement

Il est d'abord antalgique et conservateur. Une décompression chirurgicale ne sera nécessaire que si le traitement conservateur est resté en échec après plus de trois mois de recul.





a. Sites préférentiels d'atteinte du nerf musculo-cutané



b. Lésion de la branche antérieure du nerf musculo-cutané suite à une fracture des os de l'avant bras. Sur le plan clinique, on observe une hypoesthésie de la face antérolatérale de l'avant-bras

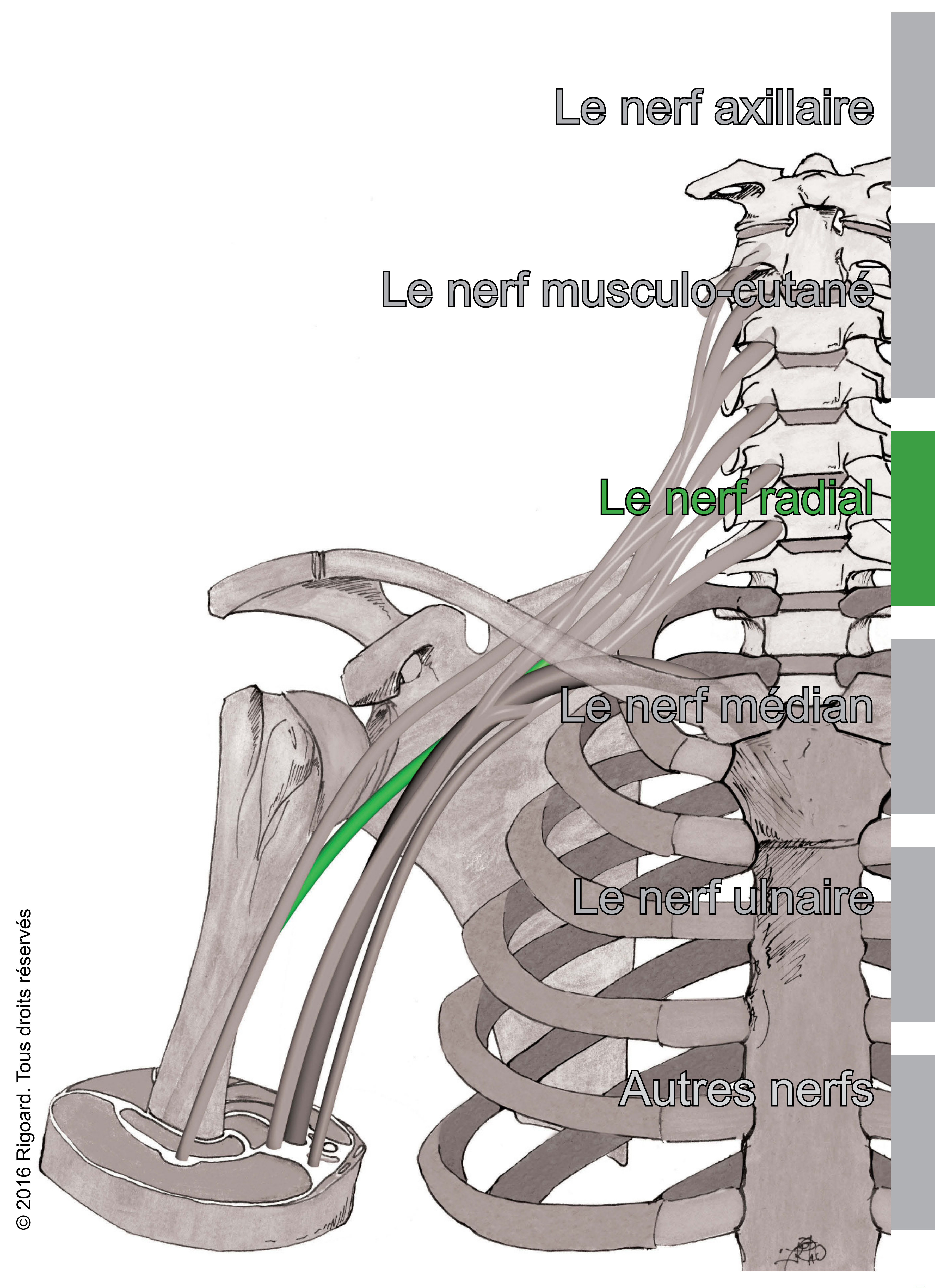


c. Lésion des branches sensitives du nerf musculo-cutané suite à une fracture complexe de la palette humérale

Figure MC16. Quelques illustrations de la pathologie du nerf musculo-cutané

Page blanche

Page blanche


Le nerf axillaire
Le nerf musculo-cutané
Le nerf radial
R
Le nerf médian
Le nerf ulnaire
Autres nerfs

Données morphologiques

Le nerf radial correspond à la plus volumineuse branche terminale du plexus brachial. Il reçoit des branches des trois troncs du plexus brachial (Figure R1).

ORIGINE

Le nerf radial est constitué de neurofibres provenant des racines C5, C6, C7, C8 et T1 (Figures R1, R2). Il constitue la principale branche terminale du faisceau postérieur, lequel a donné un peu plus haut le nerf axillaire. Il se situe à son origine en arrière de l'artère axillaire. À ce niveau, on retrouve en avant de l'artère le nerf médian, et latéralement, le nerf musculo-cutané. Le nerf radial est d'abord plaqué sur le muscle subscapulaire (Figure Ax3) puis croise successivement, de haut en bas, les tendons du grand dorsal et du grand rond (Figures R3, R4) (Vidéo 15).

TRAJET

Il entre dans la loge postérieure du bras en passant par l'espace axillaire inférieur, accompagné de l'artère brachiale profonde, entre le chef long du muscle triceps et son chef latéral. Il croise obliquement la face postérieure de l'humérus dans une gouttière spécifique (Figure R2) alors qu'il est recouvert par le chef latéral du triceps (Figure R3). Les insertions des chefs latéral et médial du muscle triceps brachial se situent respectivement au-dessus et en dessous de la gouttière humérale du nerf radial.
Cette zone de sensibilité particulière pour le nerf correspond au traumatisme du nerf le plus classique, survenant lors des fractures diaphysaires de l'humérus.
À la sortie de cette gouttière, il traverse la cloison intermusculaire latérale pour pénétrer alors dans la loge antérieure du bras, entre le muscle brachio-radial latéralement et le brachial médialement (Figures R3, R8).
Au niveau de l'épicondyle latéral, le nerf radial se situe au niveau de la gouttière bicipitale latérale. Il est en rapport avec les muscles biceps brachial et brachial médialement, les muscles brachio-radial et long extenseur radial du carpe latéralement. À ce niveau, ou quelques centimètres au-dessous, il se divise en deux branches terminales (Figures R3, R5) (Vidéo 16).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Le nerf radial répond en avant, à son origine, à l'artère axillaire.
Au bras, il suit initialement le trajet de l'artère brachiale profonde et lui répond latéralement. À la partie moyenne du bras, il est croisé en arrière par l'artère collatérale moyenne, branche de l'artère brachiale profonde. Puis, le nerf radial suit le trajet de l'artère collatérale radiale, qui prolonge l'artère brachiale profonde (Figure R4).
Au coude, il se retrouve en regard de l'épicondyle latéral et répond médialement à l'artère récurrente radiale (Figure R6).
Au milieu de l'avant-bras, la branche superficielle du nerf radial rejoint le trajet de l'artère radiale à laquelle il répond médialement, avant de s'en éloigner au tiers distal de l'avant-bras.
À la face postérieure de l'avant-bras, la branche profonde du nerf radial répond à l'artère interosseuse postérieure médialement (Figure R6) (Vidéo 17).

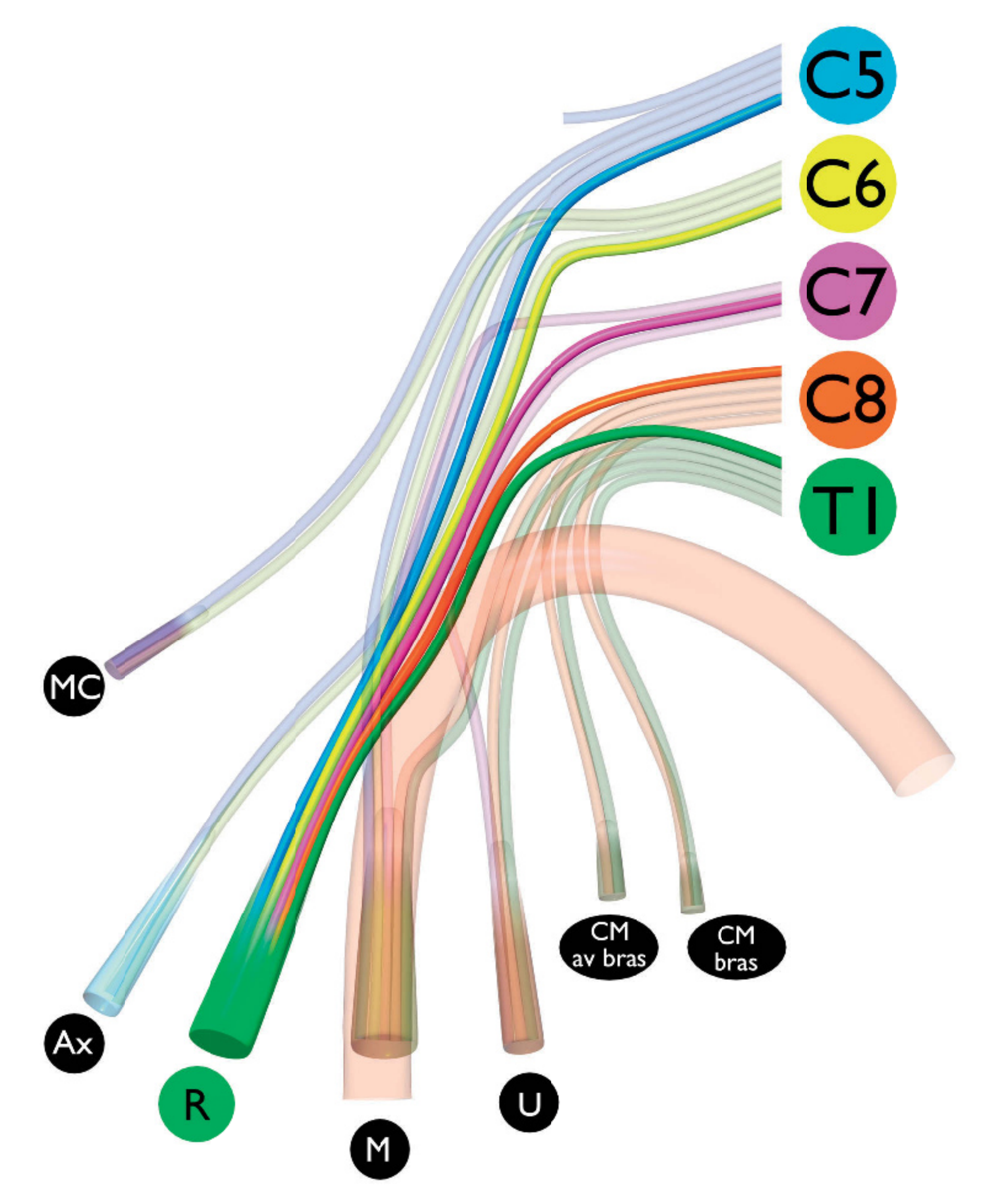


Figure R1. Origine du nerf radial

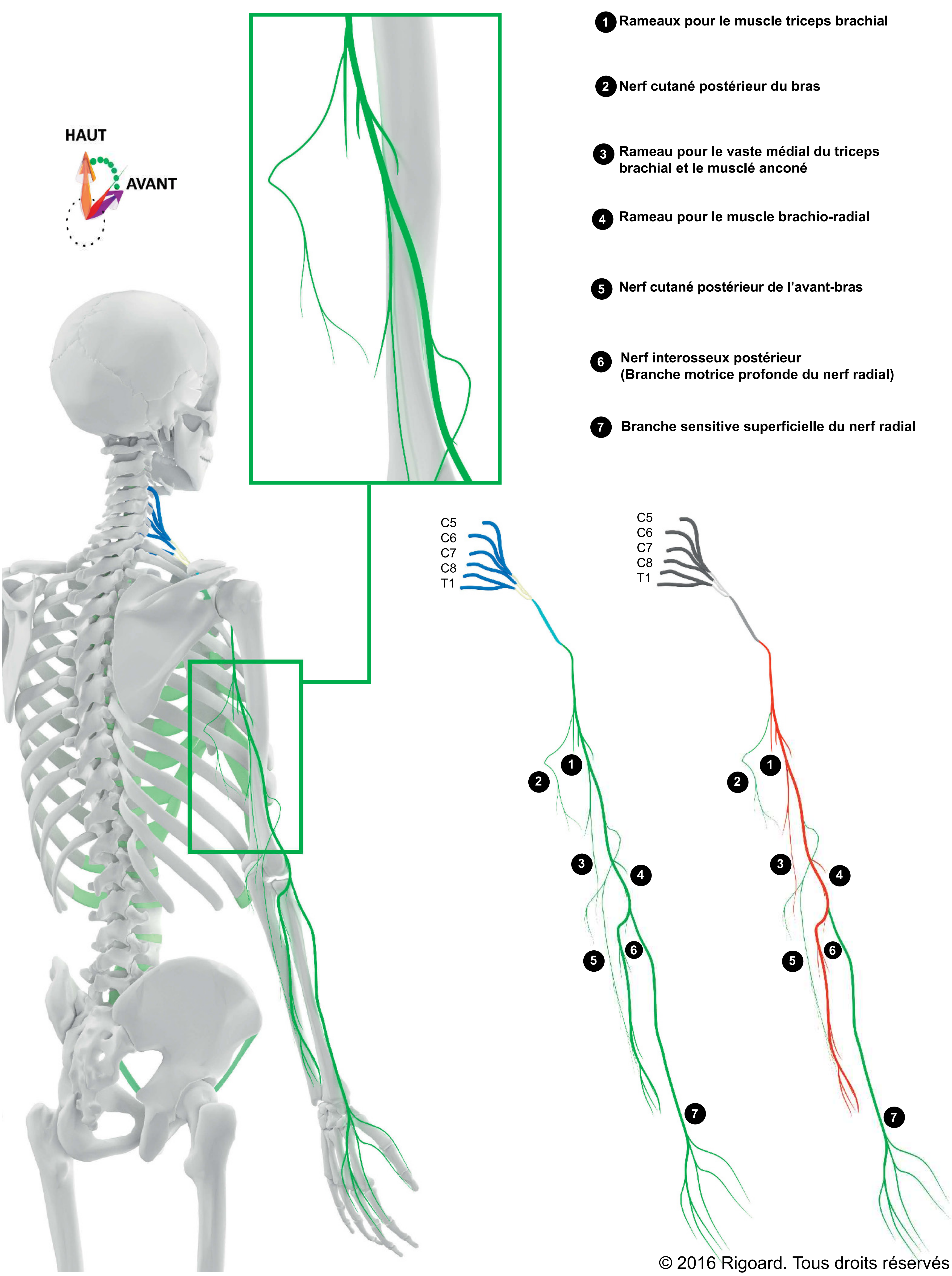


Figure R2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf radial

Données morphologiques au bras et au coude

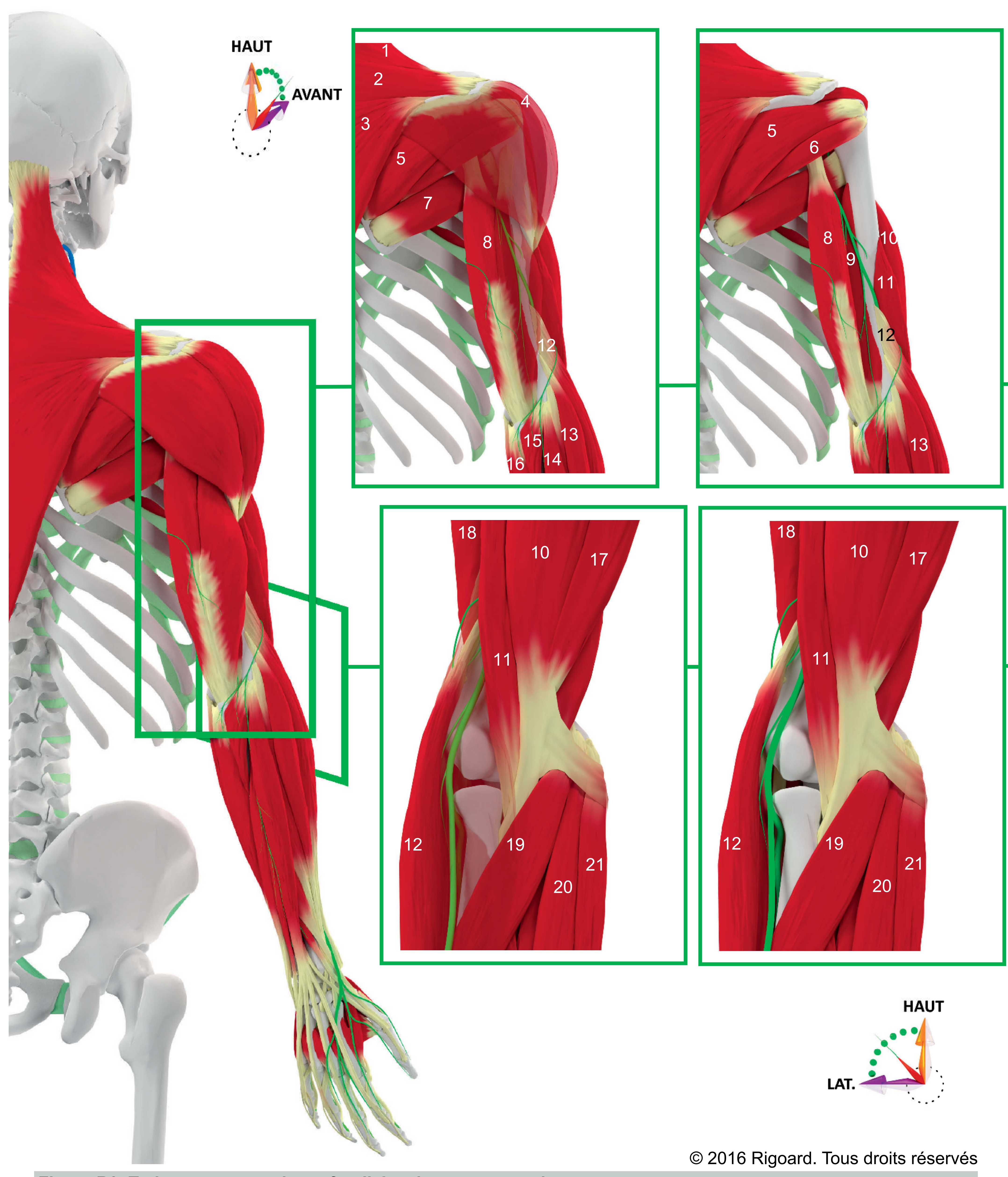
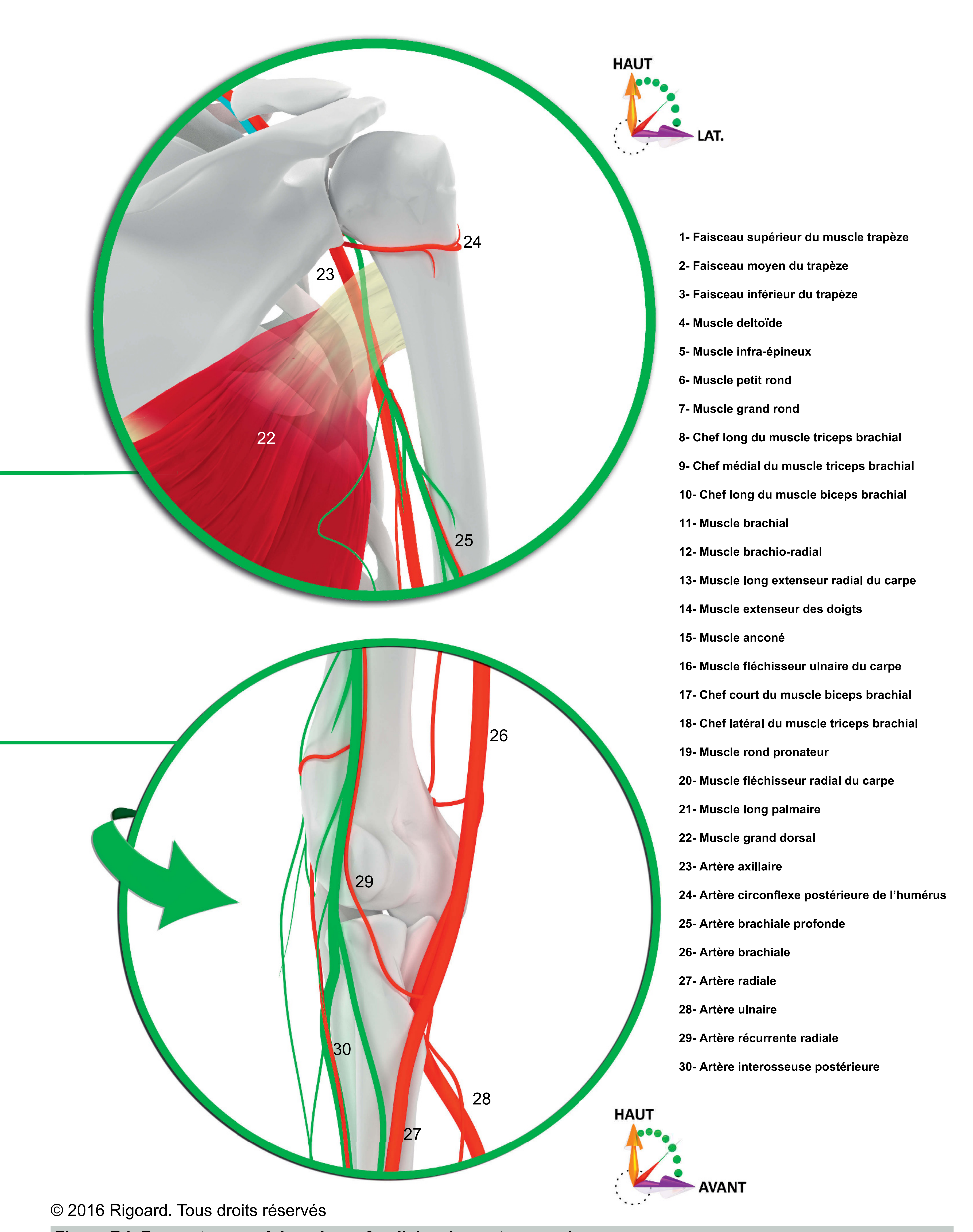


Figure R3. Trajet et rapports du nerf radial au bras et au coude



1- Faisceau supérieur du muscle trapèze
2- Faisceau moyen du trapèze
3- Faisceau inférieur du trapèze
4- Muscle deltoïde
5- Muscle infra-épineux
6- Muscle petit rond
7- Muscle grand rond
8- Chef long du muscle triceps brachial
9- Chef médial du muscle triceps brachial
10- Chef long du muscle biceps brachial
11- Muscle brachial
12- Muscle brachio-radial
13- Muscle long extenseur radial du carpe
14- Muscle extenseur des doigts
15- Muscle anconé
16- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe
17- Chef court du muscle biceps brachial
18- Chef latéral du muscle triceps brachial
19- Muscle rond pronateur
20- Muscle fléchisseur radial du carpe
21- Muscle long palmaire
22- Muscle grand dorsal
23- Artère axillaire
24- Artère circonflexe postérieure de l'humérus
25- Artère brachiale profonde
26- Artère brachiale
27- Artère radiale
28- Artère ulnaire
29- Artère récurrente radiale
30- Artère interosseuse postérieure

Figure R4. Rapports vasculaires du nerf radial au bras et au coude

Données morphologiques à l'avant-bras

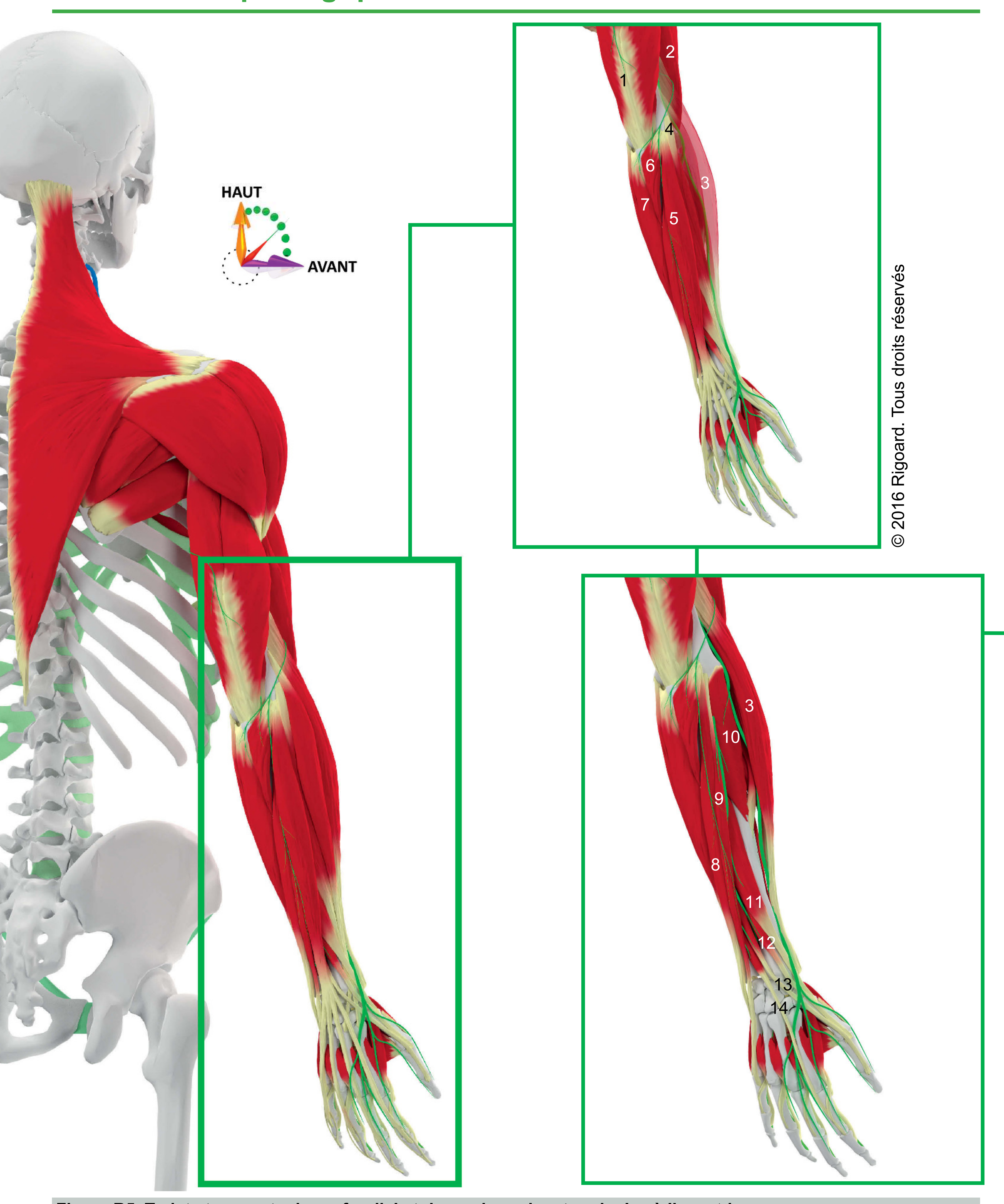


Figure R5. Trajet et rapports du nerf radial et de ses branches terminales à l'avant-bras

1- Muscle triceps brachial

2- Muscle brachial

3- Muscle brachio-radial

4- Muscle court extenseur radial du carpe

5- Muscle extenseur des doigts

6- Muscle anconé

7- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

8- Muscle extenseur ulnaire du carpe

9- Muscle extenseur du petit doigt

10- Muscle supinateur

11- Muscle long abducteur du pouce

12- Muscle court extenseur du pouce

13- Muscle long extenseur du pouce

14- Muscle extenseur de l'index

15- Veine basilique

16- Veine céphalique

17- Veine céphalique accessoire

18- Réseau veineux dorsal de la main

19- Artère interosseuse postérieure

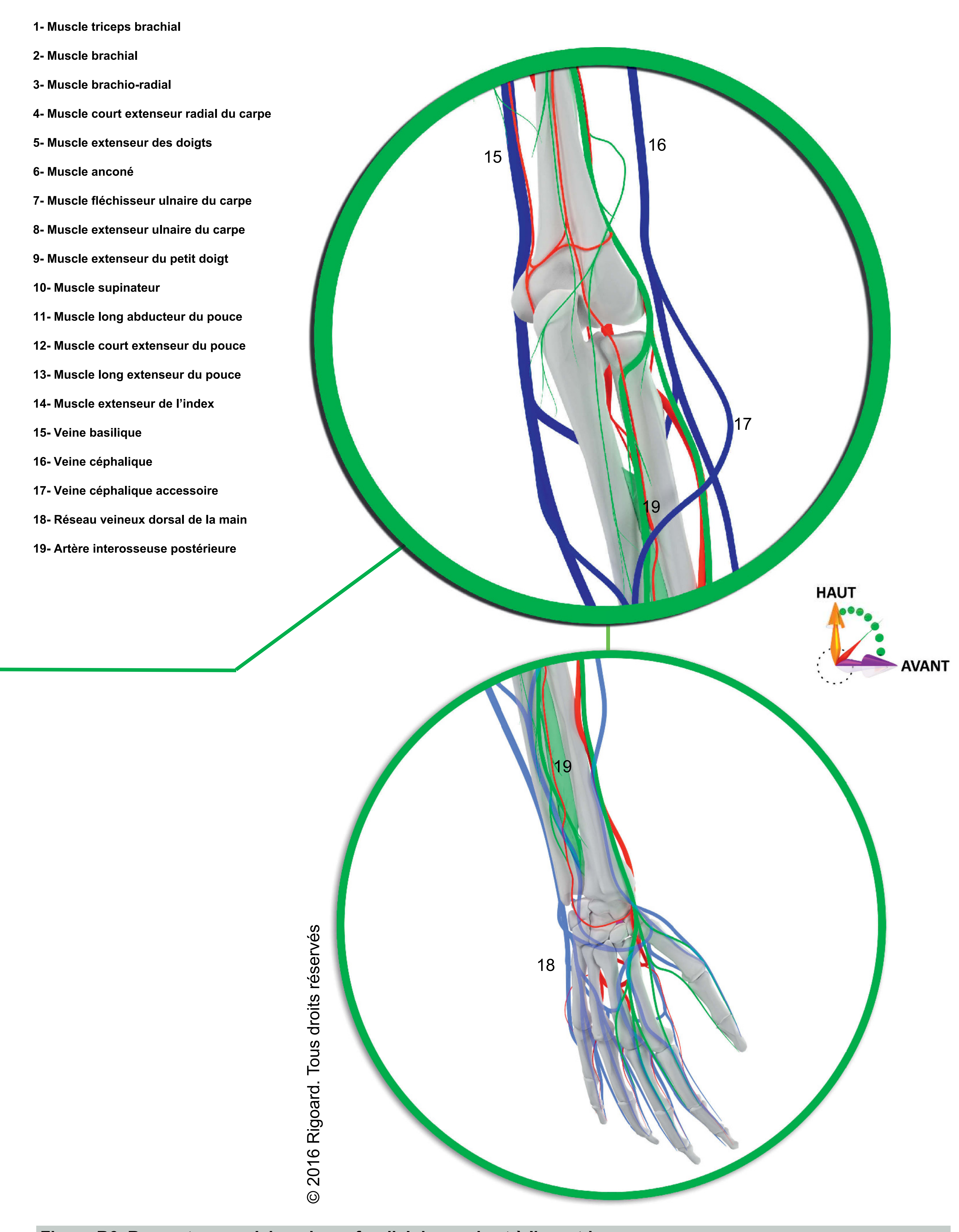


Figure R6. Rapports vasculaires du nerf radial du coude et à l'avant-bras

Données morphologiques - Synthèse

BRANCHES COLLATÉRALES

Le nerf radial décoche des branches collatérales cutanées et musculaires (Figure R2) :
- branches musculaires : nerfs supérieur et inférieur du chef médial du triceps brachial, nerfs des muscles anconé, chef long du triceps, chef latéral du triceps brachial, brachio-radial, long extenseur radial du carpe (Figures R3, R5) ;
- branches cutanées : nerf cutané postérieur du bras, destiné au tiers supérieur de la face postérieure du bras ; nerf cutané latéral inférieur du bras, qui est destiné au tiers inférieur de la face postéro-latérale du bras ; et les nerfs cutanés postérieurs de l'avant-bras (Figures R3, R5).

Ces rameaux cutanés innervent la face postérieure du bras entre les territoires des nerfs axillaire latéralement et cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras médialement (Vidéo 18).

BRANCHES TERMINALES

Quelques centimètres au-dessous du pli du coude, le nerf radial se divise en deux branches, antérieure et postérieure (Figure R2).

La branche antérieure est sensitive. Elle chemine sous le muscle brachio-radial, dans sa gaine le long de l'avant-bras. Elle répond médialement à l'artère radiale dans les 2/3 supérieurs de l'avant-bras. En arrière, elle répond successivement aux muscles supinateur, rond pronateur et fléchisseur superficiel des doigts. Au tiers inférieur de l'avant-bras, elle se sépare de l'artère radiale et gagne la région anté-brachiale postérieure (Figures R3, R6).

Elle se divise au niveau ou au-dessus de l'épiphyse distale du radius en trois rameaux, latéral, moyen et médial. Le rameau latéral se destine à la partie latérale de l'éminence thénar, le rameau moyen à sa partie médiale et à la partie latérale de l'index, en regard de sa première phalange. Le rameau médial sera destiné au deuxième espace interosseux, aux faces dorsales des premières phalanges de l'index et du médius (Figure R5, R9, R14).

La branche postérieure, motrice, est également appelée nerf interosseux postérieur. Elle traverse l'arcade fibreuse du faisceau superficiel du muscle supinateur, anciennement appelée l'arcade de Frohse, pour gagner la loge postérieure de l'avant-bras. Elle descend en arrière et latéralement, entre les deux chefs du muscle supinateur qu'elle innerve. Il s'agit d'un repère anatomique, situé deux centimètres au-dessous du pli du coude (Figure R3).

Près de son origine, le nerf est croisé par les branches latérales de l'artère et de la veine récurrentes radiales. Le nerf interosseux postérieur descend en avant de l'articulation radio-humérale et chemine sous le faisceau superficiel du muscle supinateur, dont la partie proximale de l'aponévrose constitue l'arcade de Frohse. Après cette traversée, le nerf se retrouve et chemine dans la loge postérieure de l'avant-bras, contourne le bord externe du radius et sort entre les fibres du muscle supinateur, pour se poursuivre jusqu'à la partie distale de l'avant-bras.

La branche postérieure se trouve alors entre les deux plans musculaires postérieurs de l'avant-bras. Elle répond alors successivement aux muscles long abducteur et court extenseur du pouce en avant, puis à la membrane interosseuse. En arrière, elle répond au muscle long extenseur du pouce et à l'extenseur de l'index (Figure R5).

La branche terminale postérieure du nerf radial donne des rameaux musculaires destinés aux muscles de la loge postérieure de l'avant-bras. Après 4 cm de trajet sous le supinateur, le nerf donne sept branches pour l'extenseur ulnaire du carpe, le court extenseur des doigts, l'extenseur des doigts, les long et court extenseurs du pouce, l'extenseur du petit doigt et l'extenseur de l'index ; il donne parfois des branches aux muscles extenseurs radiaux du carpe (Figures R5, R9, R14) (Vidéo 19).

FONCTION MOTRICE

Le contingent sensitif se trouve au niveau de la branche superficielle. Il innerve la face dorsale de la première commissure au niveau de la main, la face dorsale du pouce et les faces dorsales de l'index et du médius jusqu'à la jonction entre les deuxième et troisième phalanges (Figure R7) (Vidéo 20).

FONCTION SENSITIVE

Le contingent sensitif se trouve au niveau de la branche superficielle. Il innerve la face dorsale de la première commissure au niveau de la main, la face dorsale du pouce et les faces dorsales de l'index et du médius jusqu'à la jonction entre les deuxième et troisième phalanges (Figure R7) (Vidéo 21).

ANASTOMOSES

Avec les nerfs :
- musculo-cutané ;
- médian au niveau du pouce ;
- ulnaire à la face dorsale de la main ;
- cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras.

1- Muscle triceps brachial
- 1a- Chef médial
- 1b- Chef latéral
- 1c- Chef long

2- Muscle brachio-radial
3- Muscle long extenseur radial du carpe
4- Muscle court extenseur radial du carpe
5- Muscle anconé
6- Muscle extenseur ulnaire du carpe
7- Muscle extenseur des doigts
8- Muscle long abducteur du pouce
9- Muscle court extenseur du pouce
10- Muscle extenseur du petit doigt
11- Muscle long extenseur du pouce

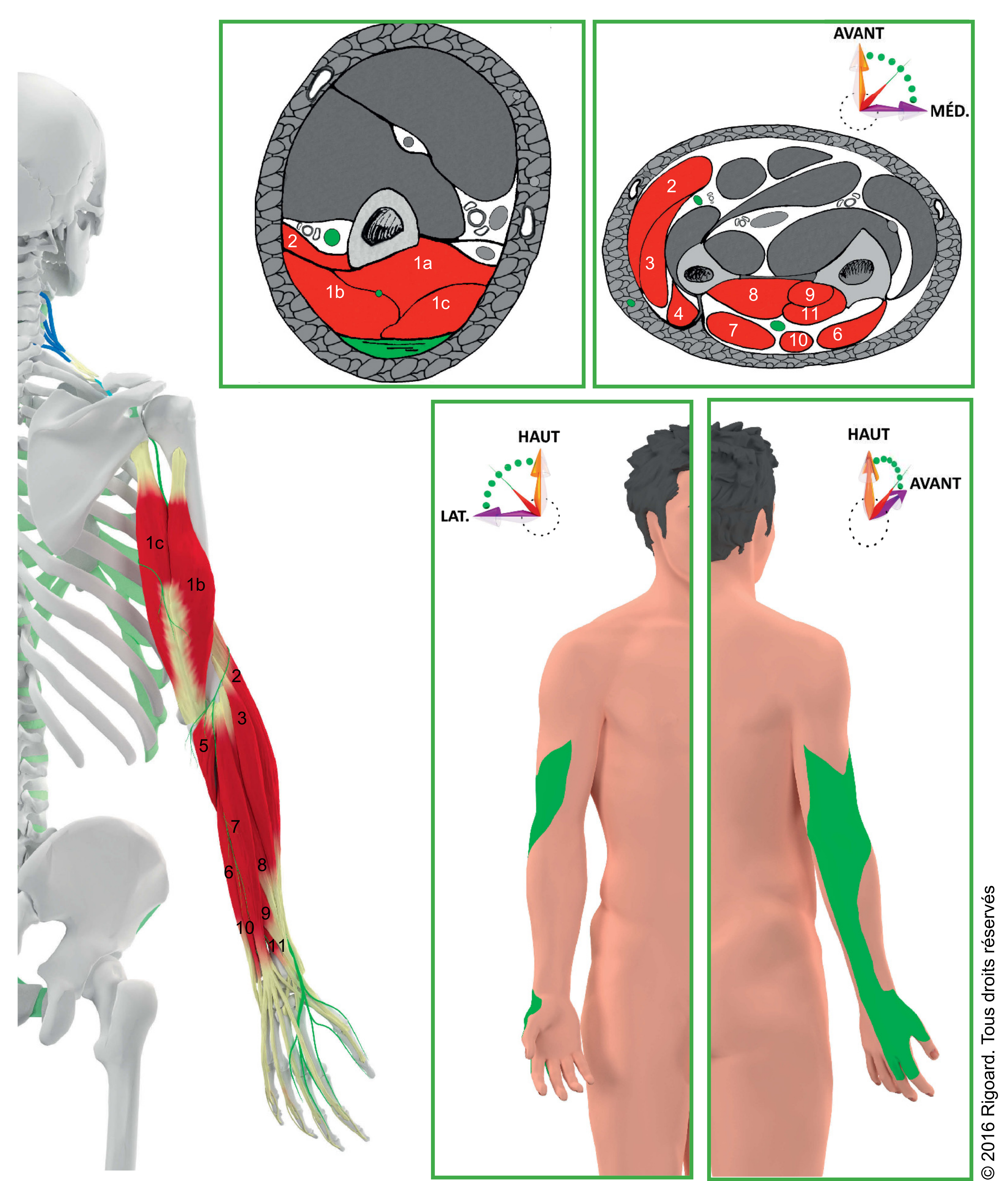


Figure R7. Innervation motrice et sensitive du nerf radial

Données morphologiques - Coupes

1- Muscle grand pectoral
2- Muscle petit pectoral
3- Veine céphalique
4- Muscle deltoïde
5- Chef court du muscle biceps
6- Muscle coraco-brachial
7- Tendon du chef long du muscle biceps
8- Muscle grand dorsal
9- Humérus
10- Muscle grand rond
11- Chef latéral du muscle triceps brachial
12- Artère et nerf axilliaire
13- Chef long du muscle triceps
14- Muscle petit rond
15- Muscle infra-épineux
16- Scapula
17- Nerf cutané médial du bras
18- Nerf médian
19- Nerf cutané médial de l'avant-bras
20- Nerf ulnaire
21- Nerf radial
22- Nerf musculo-cutané
23- Muscle subscapulaire
24- Veine brachiale
25- Artère brachiale
26- Muscle dentelé antérieur
27- Muscle biceps brachial
28- Muscle brachial
29- Muscle brachio-radial

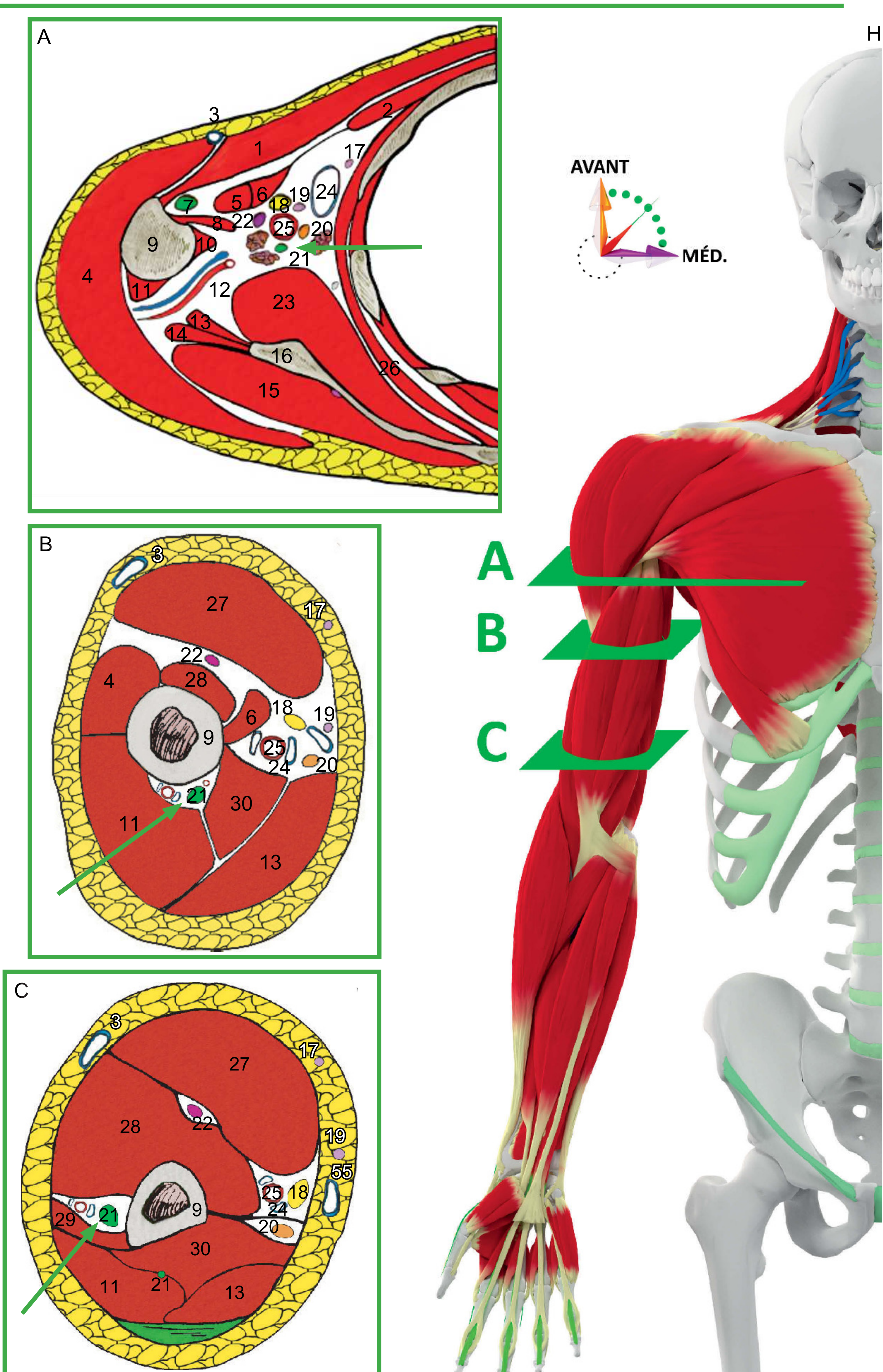


Figure R8. Rapports du nerf radial au bras, en coupes axiales

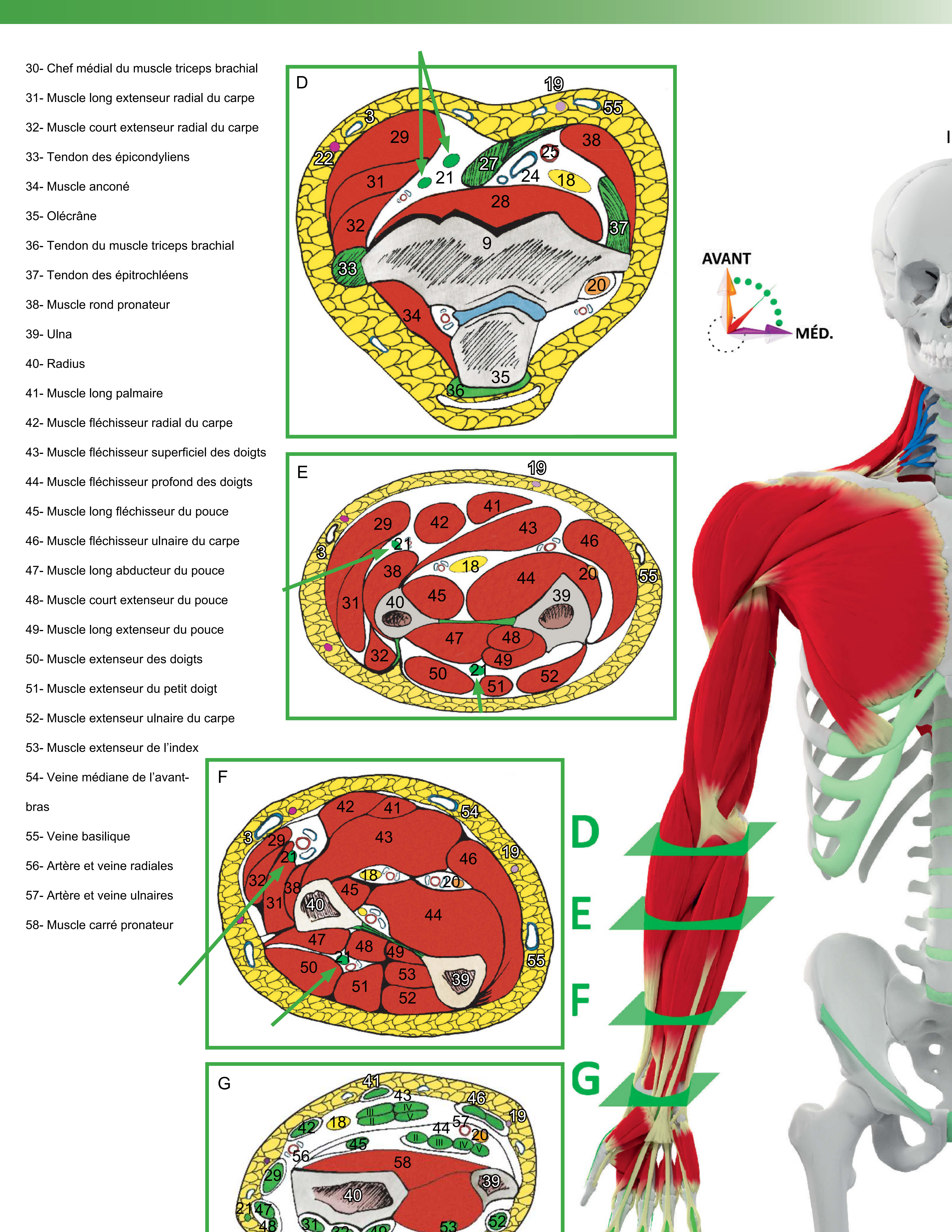
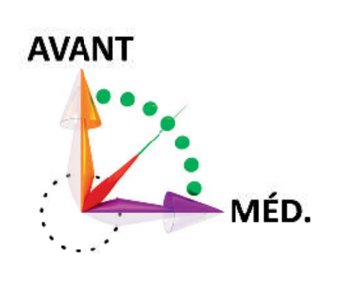


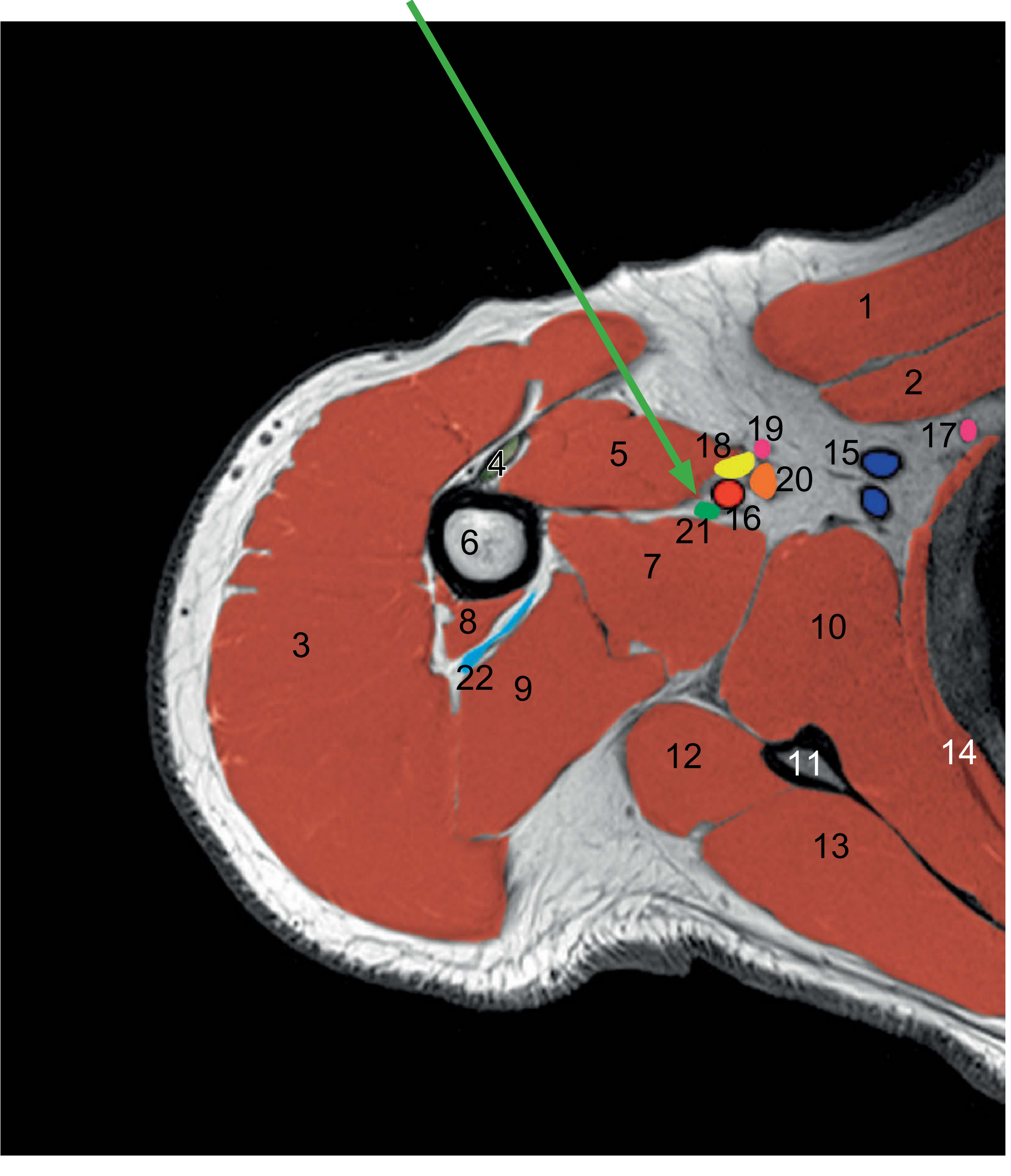
Figure R9. Rapports du nerf radial au coude et à l'avant-bras, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM





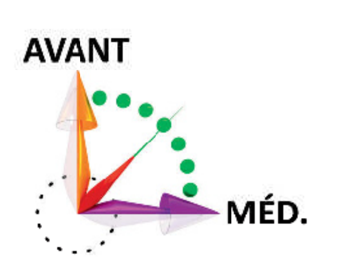


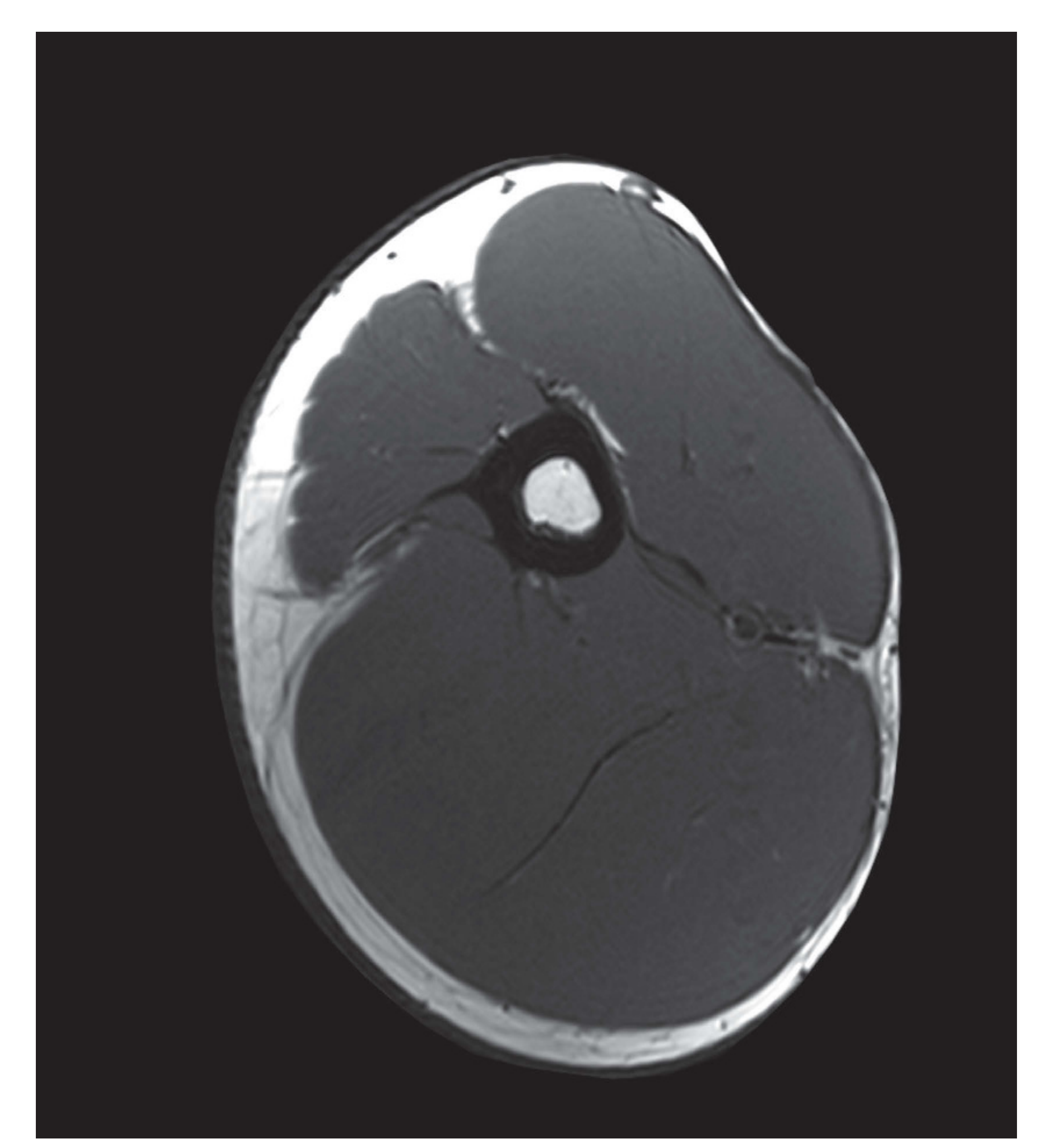


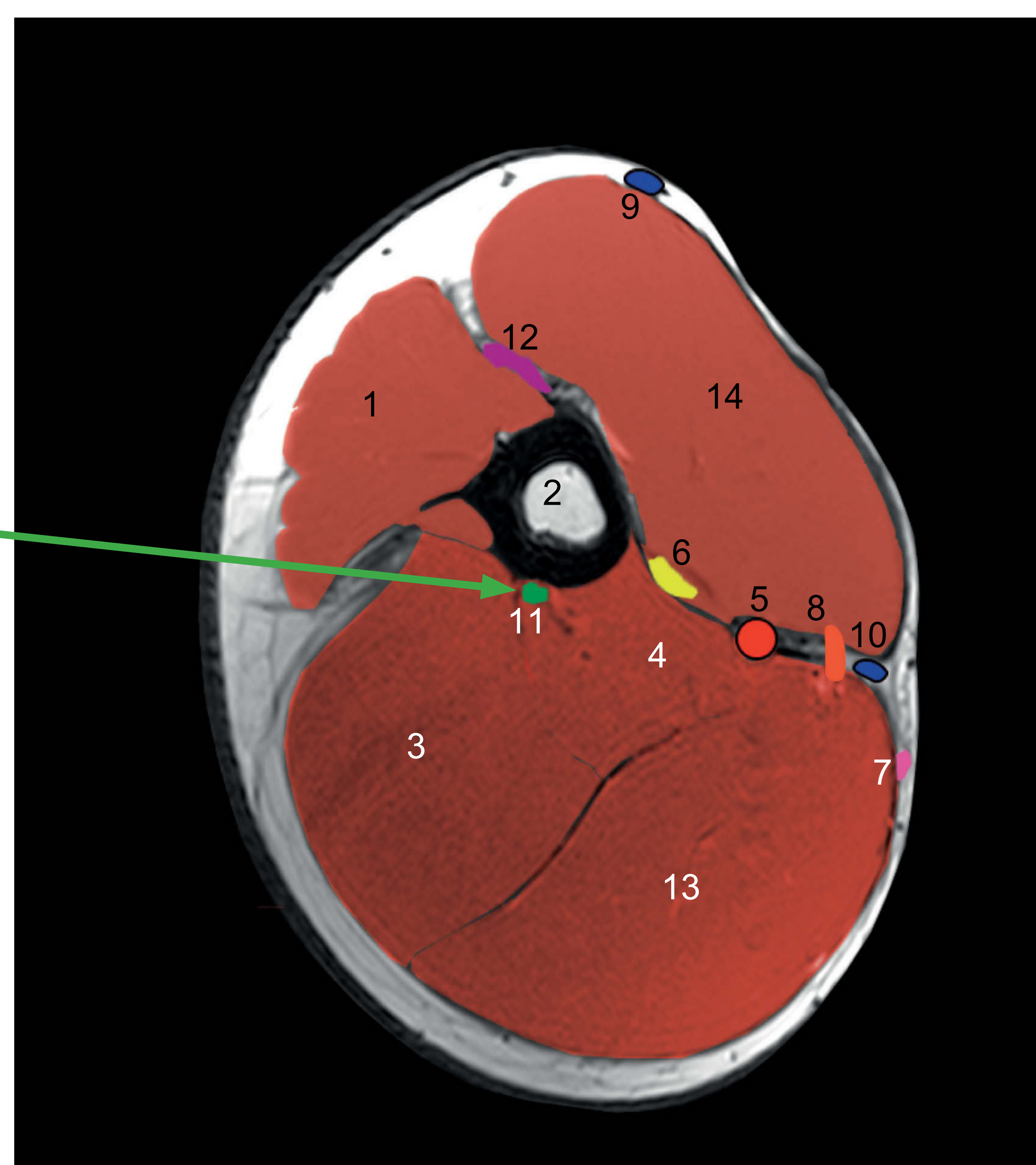
1- Muscle grand pectoral
2- Muscle petit pectoral
3- Muscle deltoïde
4- Chef long du muscle biceps brachial
5- Muscle grand dorsal
6- Humérus
7- Muscle grand rond
8- Chef latéral du muscle triceps
9- Chef médial du muscle triceps
10- Muscle subscapulaire
11- Scapula
12- Muscle petit rond
13- Muscle infra-épineux
14- Muscle dentelé antérieur
15- Veine brachiale
16- Artère brachiale
17- Nerf cutané médial du bras
18- Nerf médian
19- Nerf cutané médial de l'avant-bras
20- Nerf ulnaire
21- Nerf radial
22- Nerf axillaire

Figure R10. Coupes IRM à l'épaule passant par le nerf radial









1- Muscle deltoïde

2- Humérus

3- Chef latéral du muscle triceps

4- Chef médial du muscle triceps

5- Artère brachiale

6- Nerf médian

7- Nerf cutané médial de l'avant-bras

8- Nerf ulnaire

9- Veine céphalique

10- Veine basilique

11- Nerf radial

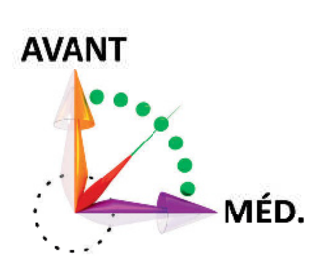
12- Nerf musculo-cutané

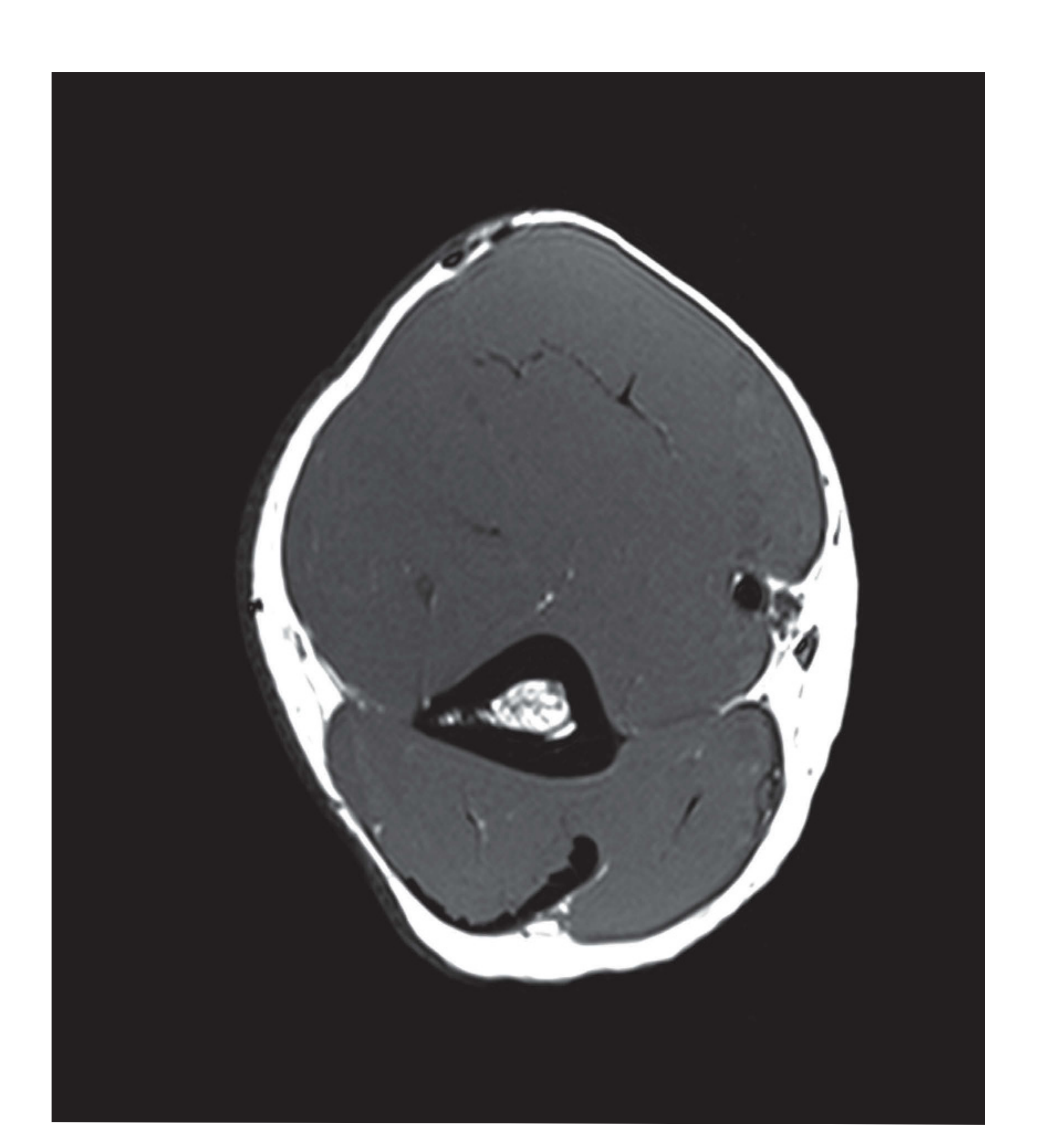
13- Chef long du muscle triceps

14- Muscle biceps brachial

Figure R11. Coupes IRM au tiers proximal du bras passant par le nerf radial









1- Muscle biceps brachial

2- Muscle brachio-radial

3- Muscle brachial

4- Chef latéral du muscle triceps

5- Humérus

6- Chef long du muscle triceps

7- Chef médial du muscle triceps

8- Veine céphalique

9- Nerf radial

10- Nerf musculo-cutané

11- Artère brachiale

12- Veine brachiale

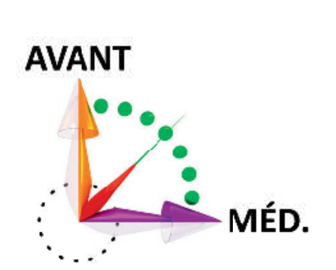
13- Nerf médian

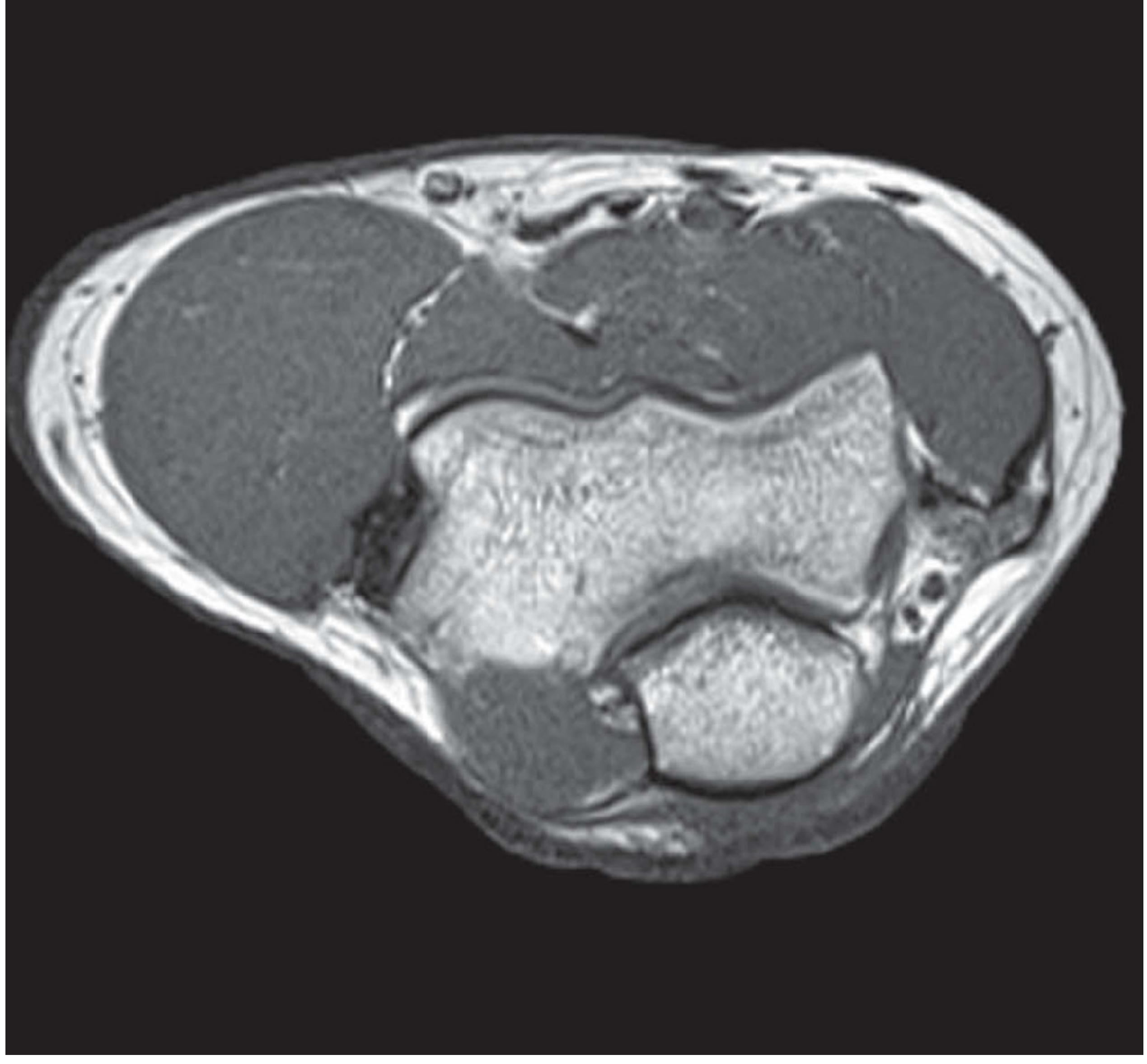
14- Veine basilique

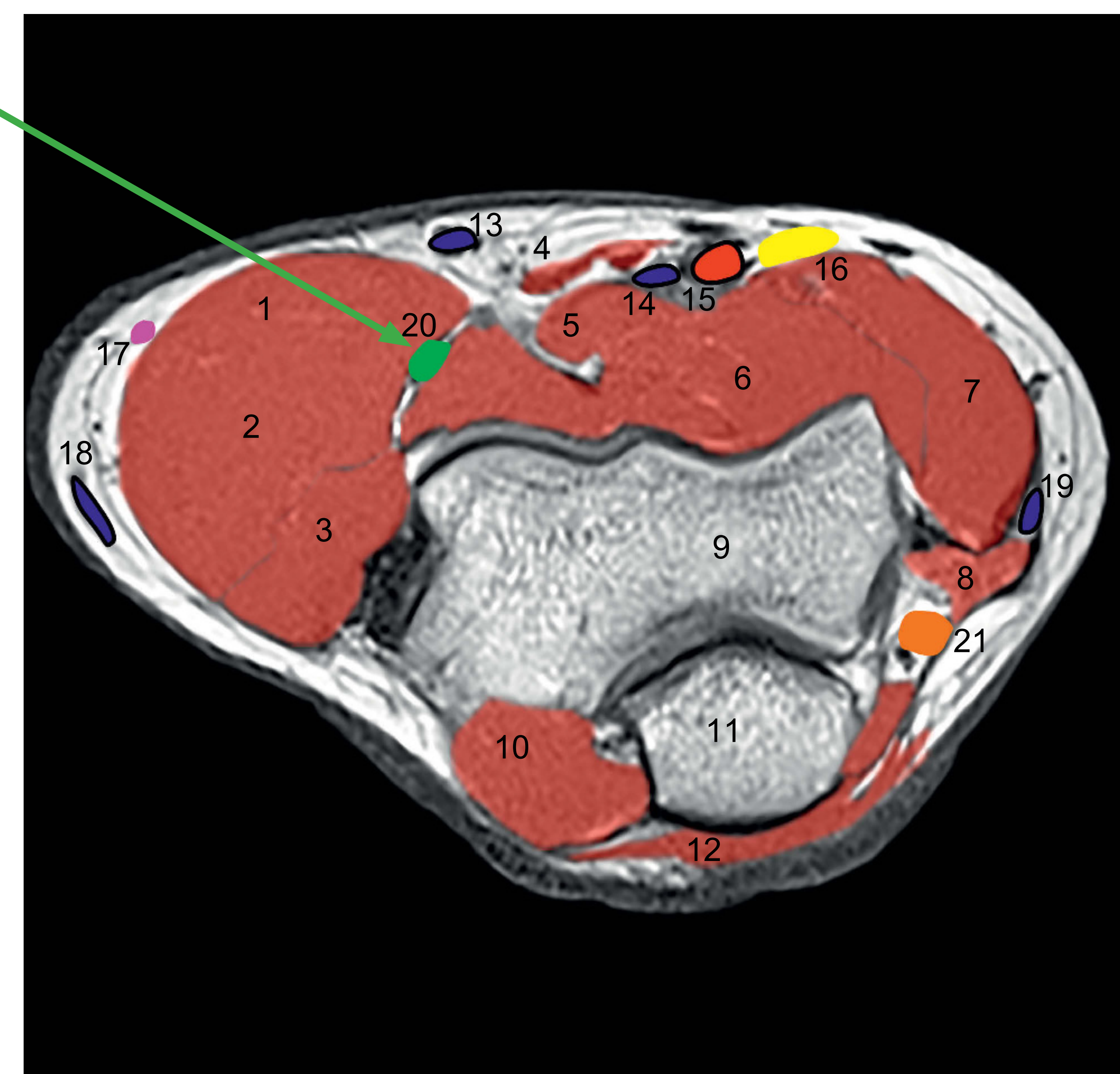
15- Nerf ulnaire

Figure R12. Coupes IRM au tiers distal du bras passant par le nerf radial









1- Muscle brachio-radial

2- Muscle court extenseur radial du carpe

3- Muscle long extenseur radial du carpe

4- Muscle biceps brachial

5- Tendon du muscle long biceps

6- Muscle brachial

7- Muscle rond pronateur

8- Tendon des muscles épicondyliens médiaux

9- Humérus

10- Muscle anconé

11- Ulna

12- Muscle triceps brachial

13- Veine médiale du coude

14- Veine brachiale

15- Artère brachiale

16- Nerf médian

17- Nerf musculo-cutané

18- Veine céphalique

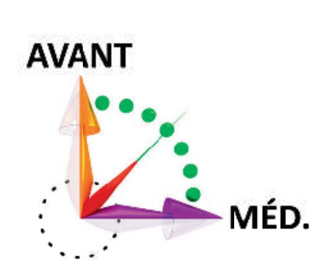
19- Veine basilique

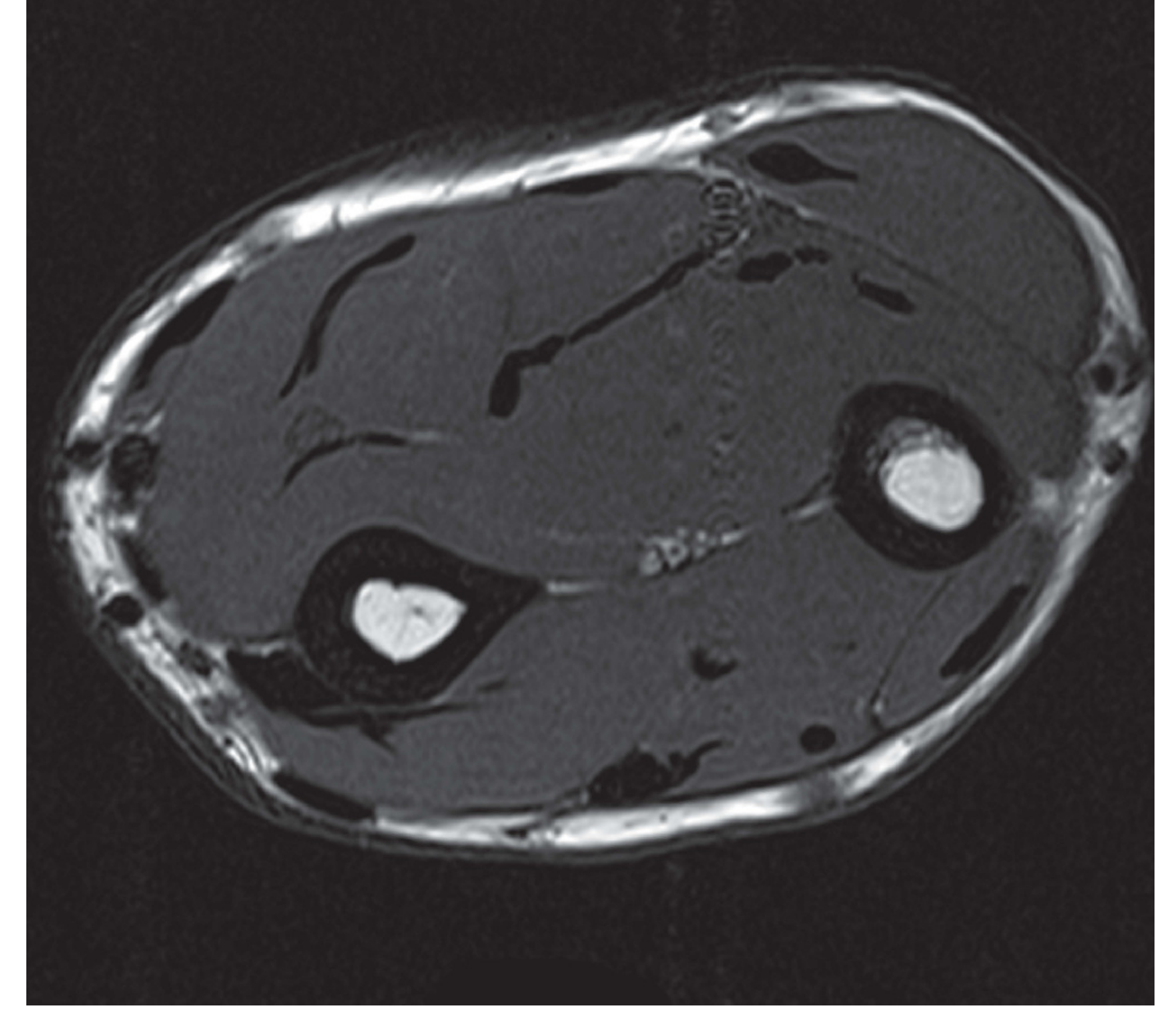
20- Nerf radial

21- Nerf ulnaire

Figure R13. Coupes IRM au coude passant par le nerf radial









1- Muscle fléchisseur radial du carpe

2- Muscle fléchisseur superficiel des doigts

3- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

4- Muscle long fléchisseur du pouce

5- Muscle court extenseur radial du carpe

6- Muscle fléchisseur profond des doigts

7- Radius

8- Ulna

9- Membrane interosseuse de l'avant-bras

10- Loge postérieure des muscles extenseurs des doigts

11- Muscle extenseur du carpe

12- Artère et veine radiales

13- Nerf radial

14- Nerf médian

15- Nerf ulnaire

16- Artère et veine ulnaires

17- Veine basilique

18- Artère, veine et nerf interosseux antérieurs

Figure R14. Coupes IRM à l'avant-bras passant par le nerf radial

Pathologie

Elle englobe principalement :
- les traumatismes directs du tronc du nerf, au niveau de sa gouttière osseuse au bras, lors de la survenue d'une fracture du 1/3 moyen de l'humérus (*cf.* ci-dessus) ;
- le syndrome du nerf interosseux postérieur (*cf.* ci-après).

SYNDROME DU NERF INTEROSSEUX POSTÉRIEUR

Le nerf interosseux postérieur, branche terminale postérieure du nerf radial, naît quelques centimètres au-dessous du pli du coude. Peu après son origine, il pénètre entre les deux faisceaux du muscle supinateur. À ce niveau, le bord proximal du faisceau superficiel constitue l'arcade de Frohse. Rappelons que cette branche est à destinée motrice des extenseurs du poignet, en dehors du long extenseur radial du carpe (Figure R15).

Étiologie

- Compression : il s'agit alors d'un syndrome canalaire, se produisant le plus souvent par la sur-sollicitation des muscles qui environnent l'origine du nerf interosseux postérieur. Ces circonstances peuvent se retrouver lors des mouvements répétés de prono-supination. Le site habituel de compression se situe au niveau de l'arcade de Frohse, lors de l'entrée du nerf dans le muscle supinateur. Ce syndrome canalaire se rencontre particulièrement chez les joueurs de tennis.
- Traction : les mouvements mis en cause dans ce syndrome sont également facteurs de traction sur le nerf à ce niveau.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : la douleur peut être inaugurale. Elle est sourde et se localise en général à la partie proximale et latérale de l'avant-bras. Elle peut apparaître, après un intervalle libre, lors des mouvements répétés de l'extrémité distale, avant-bras en pronation, tels que des clics répétés de souris, en travaillant à l'ordinateur.
- Signes moteurs : le patient peut présenter un déficit de l'extension des doigts, en particulier des métacarpo-phalangiennes. L'extension du poignet est conservée par action du muscle long extenseur radial du carpe. L'extenseur ulnaire du carpe étant en revanche innervé par le nerf interosseux postérieur, l'extension du poignet s'accompagne donc d'une déviation latérale.

Formes cliniques

Lorsque ce syndrome évolue sur une longue durée, une amyotrophie de la loge postérieure de l'avant-bras peut se développer. Elle ne concerne pas le muscle brachio-radial, ni le long extenseur radial du carpe.
Une atteinte motrice incomplète peut ne toucher que l'extension des 4e et 5e doigts, pouvant simuler une atteinte ulnaire.

Examens complémentaires

- Des radiographies du coude doivent être systématiquement effectuées.
- Une étude électrophysiologique confirme le siège de l'atteinte.
- Une IRM permet également d'éliminer les diagnostics différentiels.

Traitement

Il est chirurgical, indiqué après 3 mois de traitement conservateur, en cas de non-amélioration ou d'aggravation de la symptomatologie sur un mode déficitaire. Si la cause est un processus expansif, la résection est indiquée en première intention, pour limiter l'atteinte potentiellement irréversible du nerf interosseux postérieur. Le résultat post-opératoire est bon dans la majorité des séries publiées.

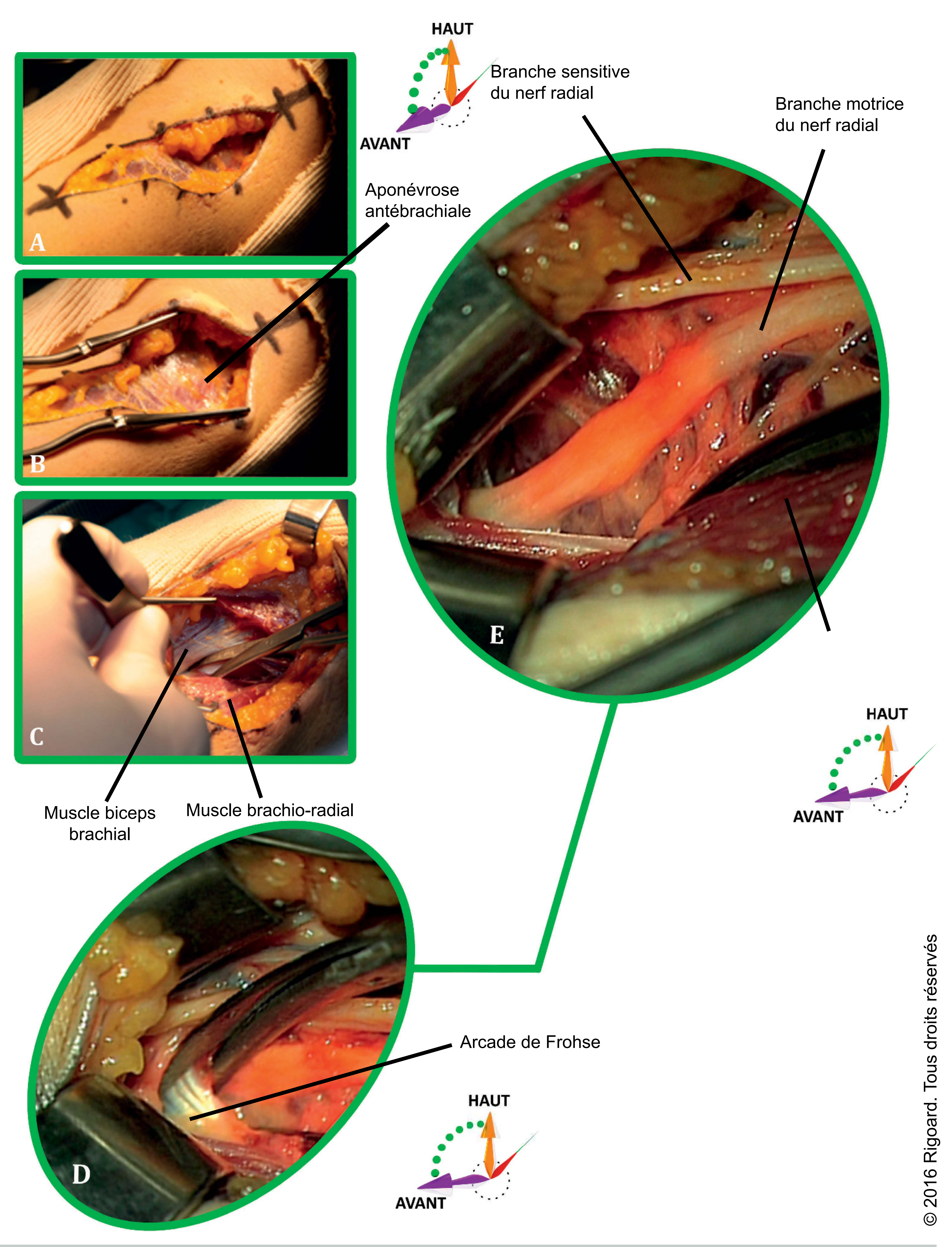
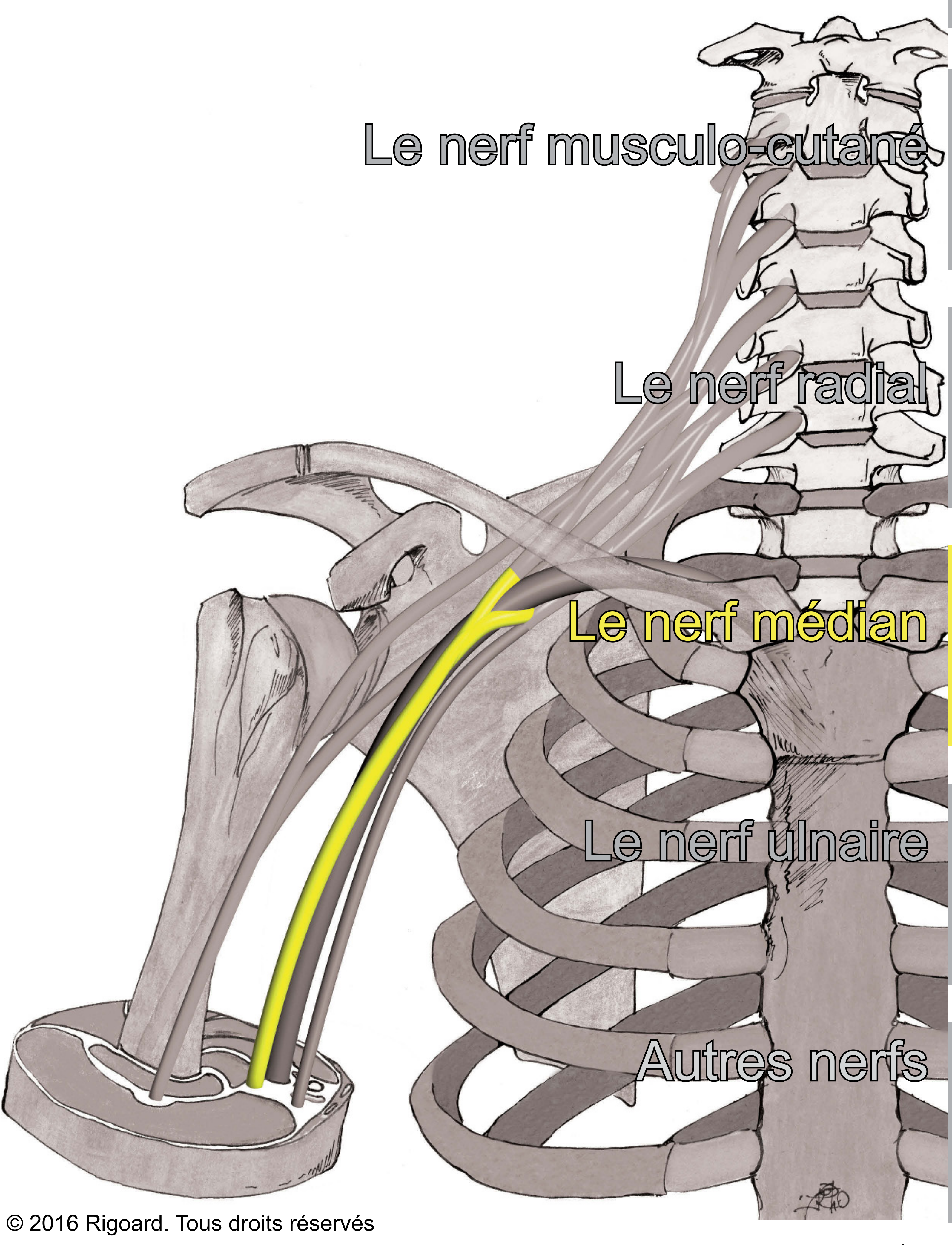


Figure R15. Pathologie du nerf radial - Décompression chirurgicale de la branche interosseuse postérieure à l'arcade de Frohse (A : incision cutanée ; B : mise en place de l'écarteur ; C : abord du nerf radial ; D : section de l'arcade de Frohse ; E : libération de la branche motrice)

Page blanche

Page blanche


Le nerf axillaire
Le nerf musculo-cutané
Le nerf radial
Le nerf médian
M
Le nerf ulnaire
Autres nerfs

Données morphologiques

Le nerf médian est un nerf mixte provenant de deux branches principales, issues des faisceaux latéral et médial du plexus brachial.

ORIGINE

Le nerf médian est constitué de neurofibres provenant des racines C6, C7, C8 et T1. Parfois, on retrouve des neurofibres issues de C5 (Figures M1, M2).

Le faisceau latéral du plexus brachial, après avoir donné le nerf musculo-cutané, se termine par la racine latérale du nerf médian. De même, le faisceau médial, après avoir donné les nerfs ulnaire et cutané médial du bras, se termine par la racine médiale du nerf médian.

Ces deux racines encerclent l'axe vasculaire du bras pour se réunir au niveau de sa face antéro-latérale en formant un « V » qui se trouve donc au-dessus et en dehors du nerf ulnaire, au-dessous et en dedans du nerf musculo-cutané, et en avant du nerf radial (Figure M3). Les branches terminales du plexus brachial engainent l'artère axillaire et sont en étroite relation avec la veine axillaire. L'artère axillaire forme donc un repère important pour les blocs anesthésiques de ces nerfs.

Autour de cette artère, on retrouve le nerf médian en avant, le nerf ulnaire et le nerf radial médialement et en dessous, le nerf musculo-cutané latéralement et au-dessus.

À ce niveau, le nerf médian répond au muscle coraco-brachial latéralement, en avant aux muscles grand et petit pectoral, et en arrière au muscle subscapulaire (Figure M3) (Vidéo 22).

TRAJET

Le nerf médian descend ensuite le long du bras dans le canal brachial, au contact de l'artère brachiale (Figures M3, M4). Le canal brachial se situe dans le sillon bicipital médial et est limité par des expansions aponévrotiques des muscles adjacents : en avant, les muscles biceps brachial et coraco-brachial et, en arrière, le muscle brachial. Le nerf médian est en rapport à ce niveau avec les nerfs musculo-cutané latéralement, ulnaire et cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras médialement (Figures M12, M14).

Il croise l'artère brachiale au tiers inférieur du bras pour se placer médialement. Il passe alors en arrière de l'expansion aponévrotique du biceps, plaqué contre le muscle brachial (Figure M5).

Au coude, il pénètre dans la région antébrachiale antérieure en passant entre les deux chefs du muscle rond pronateur (Figure M6). Il passe alors en profondeur du fléchisseur superficiel des doigts et repose sur le fléchisseur profond des doigts pendant sa traversée antébrachiale. Il parcourt l'avant-bras dans son axe médian (Figures M7, M13, M15).

À trois travers de doigts au-dessus du rétinaculum des fléchisseurs du carpe, il émerge au bord latéral du fléchisseur superficiel des doigts pour pénétrer dans la main en empruntant le canal carpien (Figures M8, M9) (Vidéo 23).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Le nerf médian répond à l'artère axillaire en arrière de son origine.

Au bras, le nerf médian répond latéralement à l'artère brachiale à laquelle il est accolé (Figure M3).

Au coude, il surcroise en avant l'artère ulnaire avant de s'engager dans la partie médiane de l'avant-bras (Figure M5). Il répond latéralement et à distance à l'artère radiale, en arrière du muscle fléchisseur profond des doigts et du long fléchisseur du pouce et à distance à l'artère interosseuse antérieure (Figure M7). À la main, le nerf médian s'engage dans le canal carpien, où il répond médialement et à distance à l'artère ulnaire et latéralement et à distance à l'artère radiale. Il passe ensuite en arrière de l'arcade palmaire superficielle pour se diviser en branches terminales (Figure M10) (Vidéo 24).

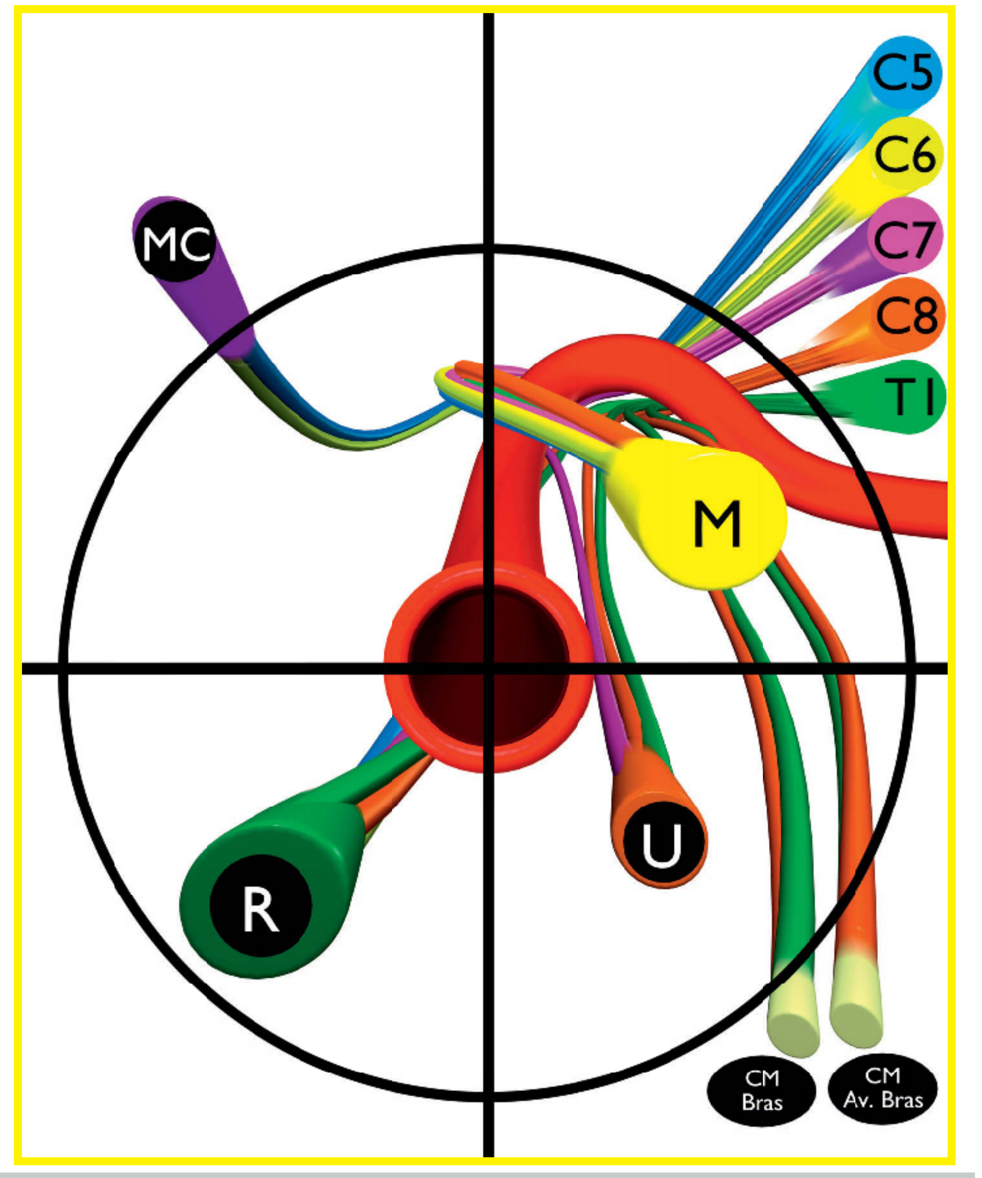


Figure M1. Origine du nerf médian

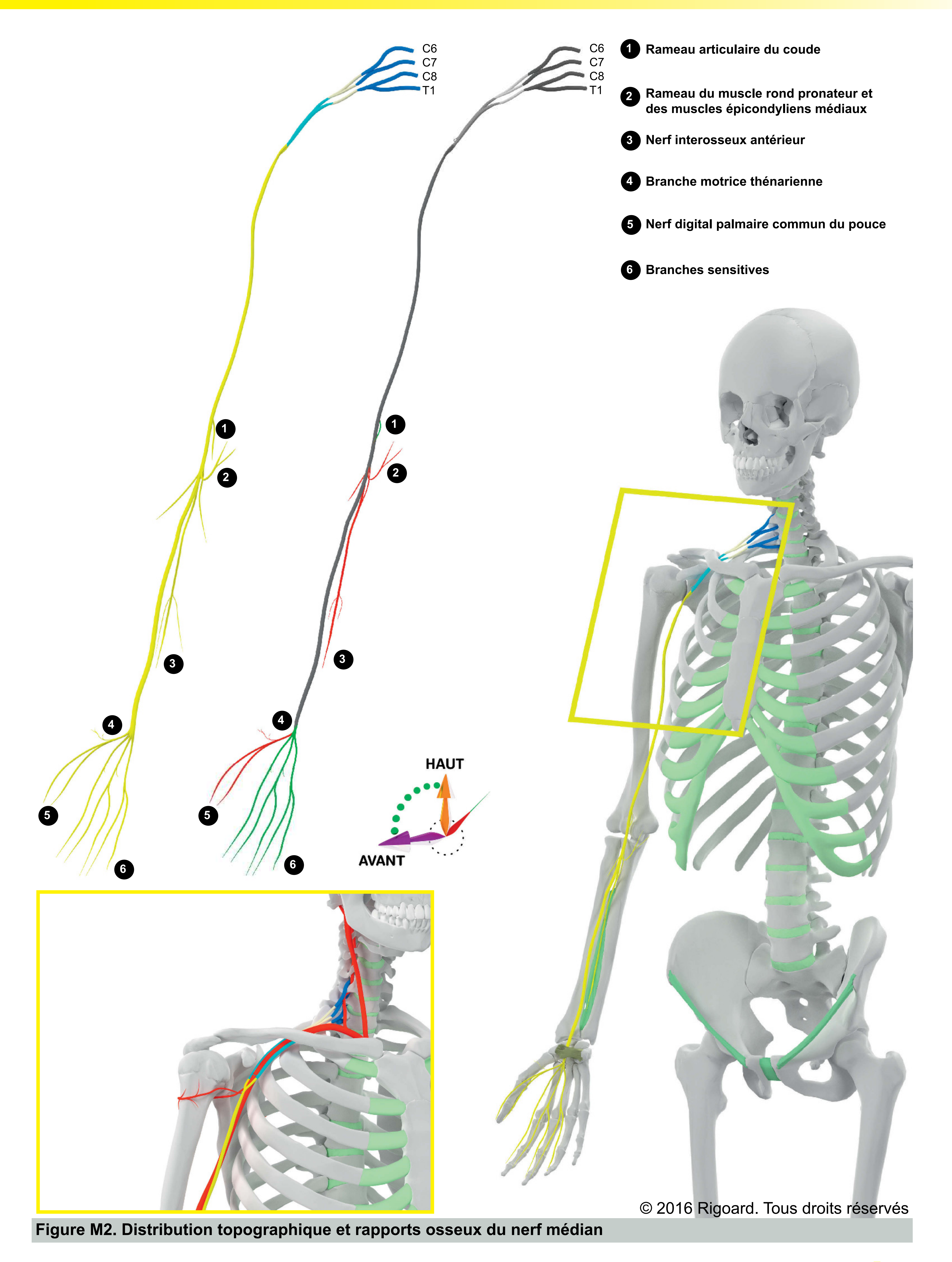


Figure M2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf médian

Données morphologiques au bras et au coude

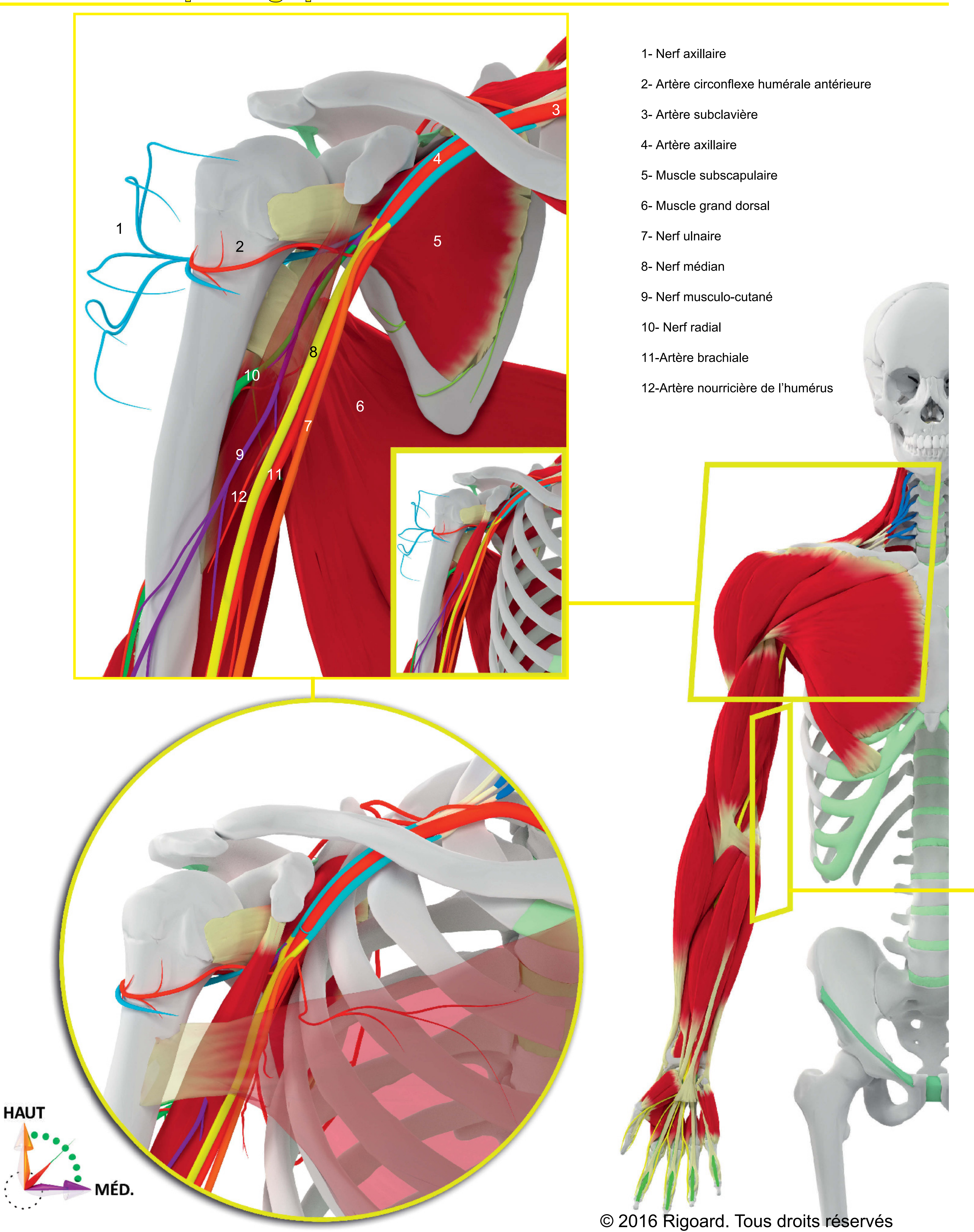


Figure M3. Trajet et rapports vasculo-nerveux du nerf médian au bras

1- Muscle biceps brachial

2- Muscle brachial

3- Nerf médian

4- Nerf ulnaire

5- Septum intermusculaire médial

6- Olécrâne



Figure M4. Trajet et rapports musculaires du nerf médian au coude

Données morphologiques au coude

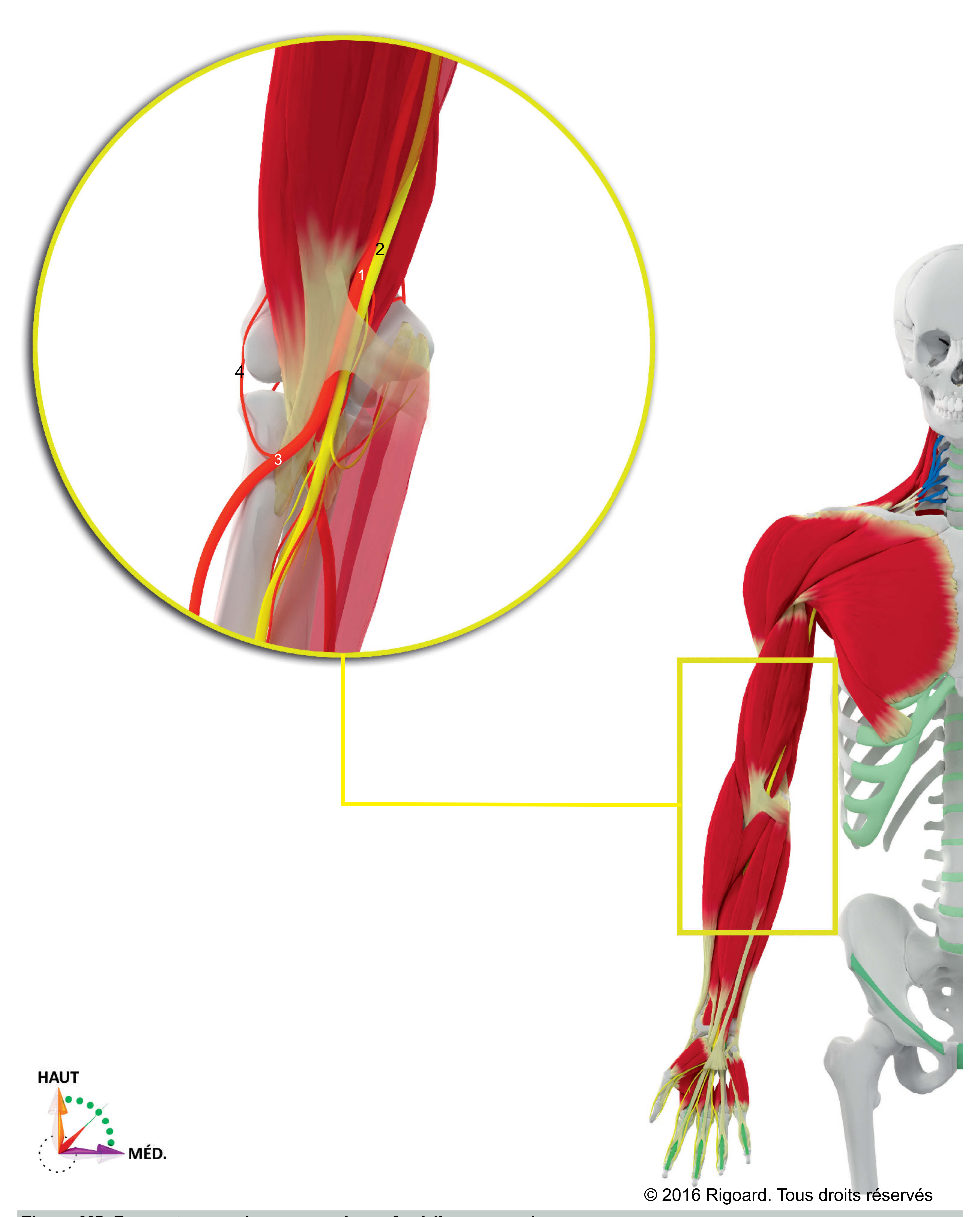


Figure M5. Rapports vasculo-nerveux du nerf médian au coude

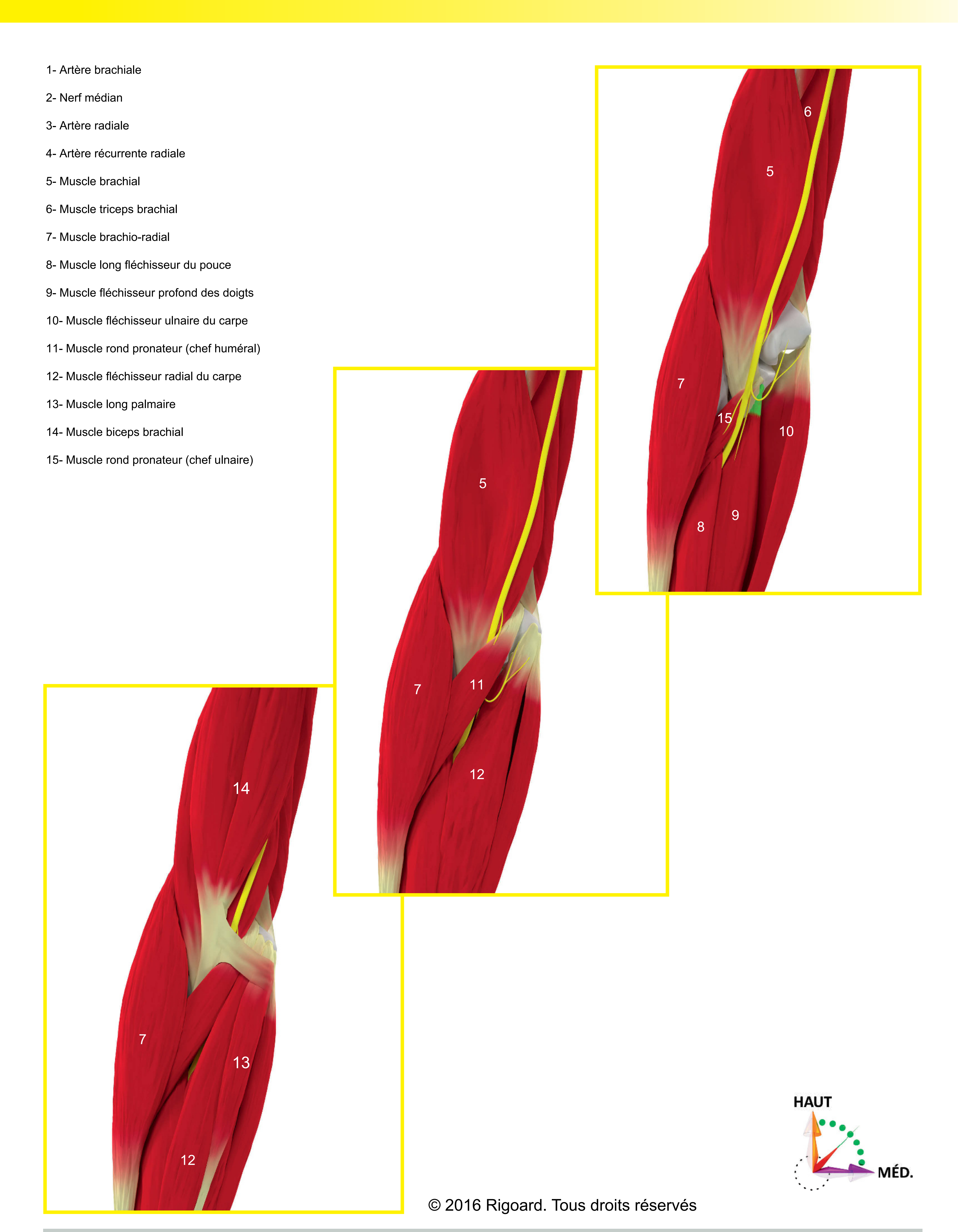
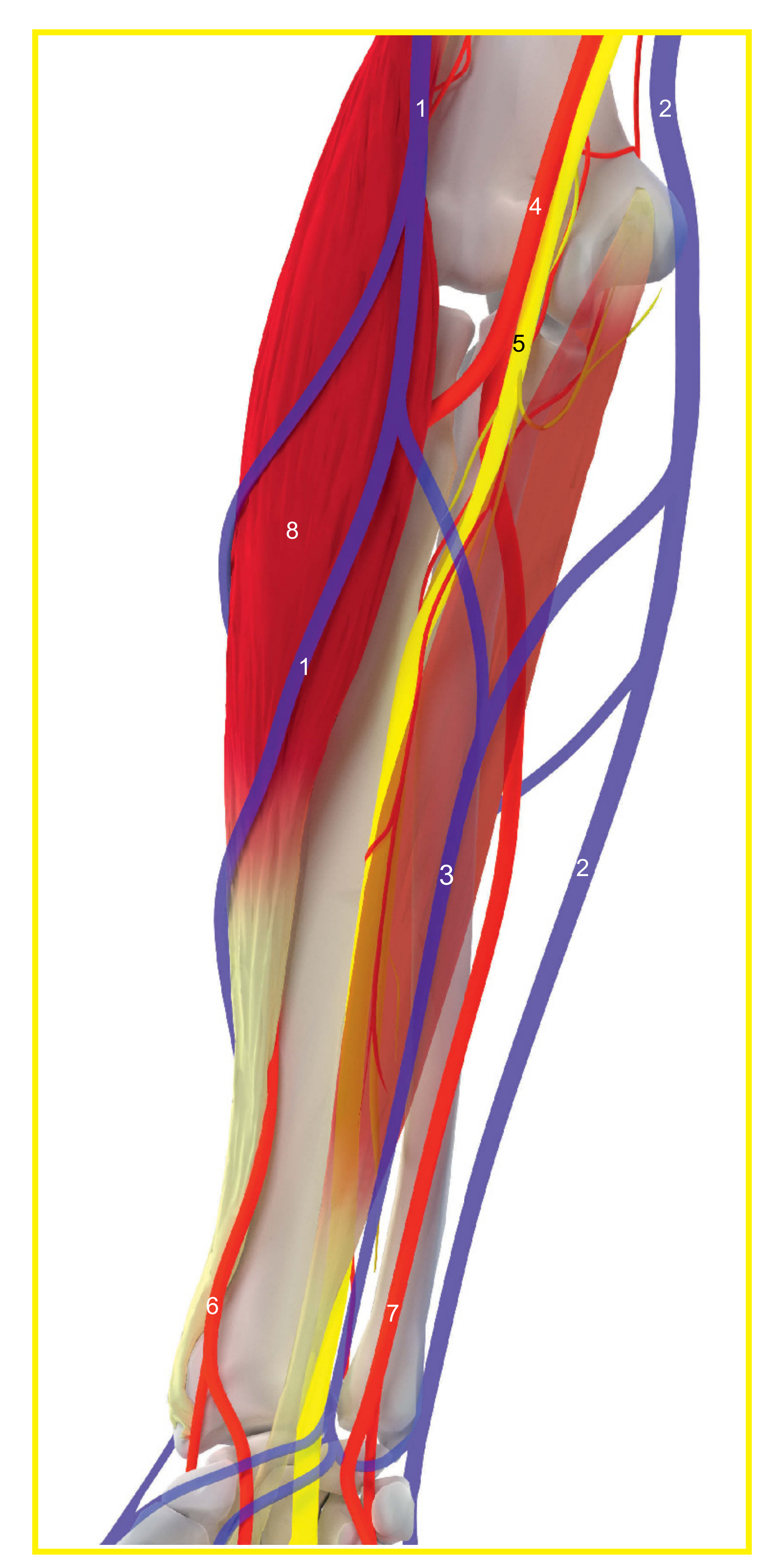
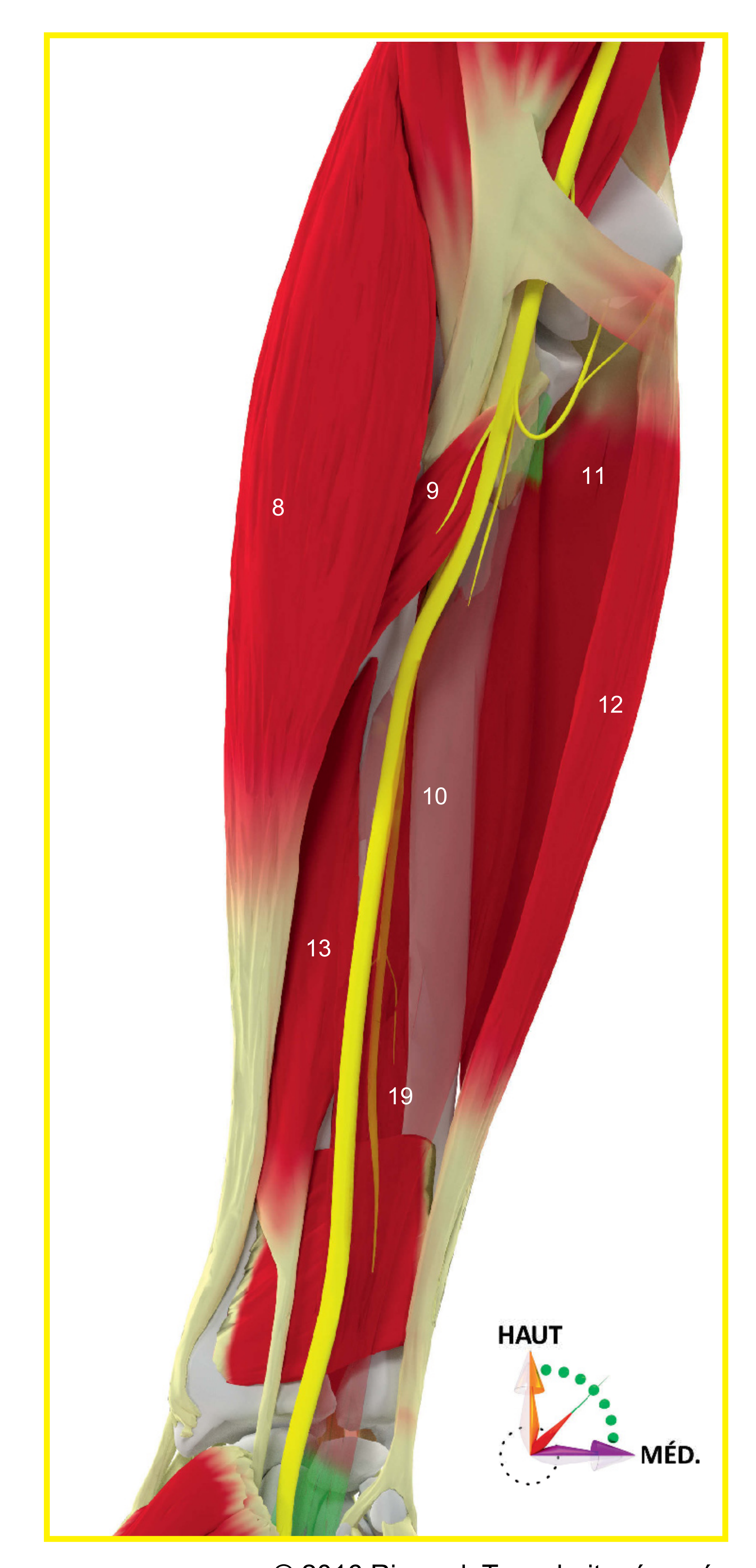


Figure M6. Rapports musculaires du nerf médian au coude (de la superficie – à gauche – à la profondeur – à droite)

Données morphologiques à l'avant-bras

12- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe
13- Muscle long fléchisseur du pouce
14- Muscle fléchisseur radial du carpe
15- Muscle rond pronateur (chef superficiel)
16- Nerf ulnaire
17- Rétinaculum des fléchisseurs
18- Muscle fléchisseur radial du carpe
19 - Nerf interosseux antérieur (en transparence)





1- Veine céphalique
2- Veine basilique
3- Veine médiane antébrachiale
4- Artère brachiale
5- Nerf médian
6- Artère radiale
7- Artère ulnaire
8- Muscle brachio-radial
9- Muscle rond pronateur (chef profond)
10- Muscle fléchisseur profond des doigts
11- Muscle long palmaire

Figure M7. Rapports vasculo-nerveux du nerf médian à l'avant-bras

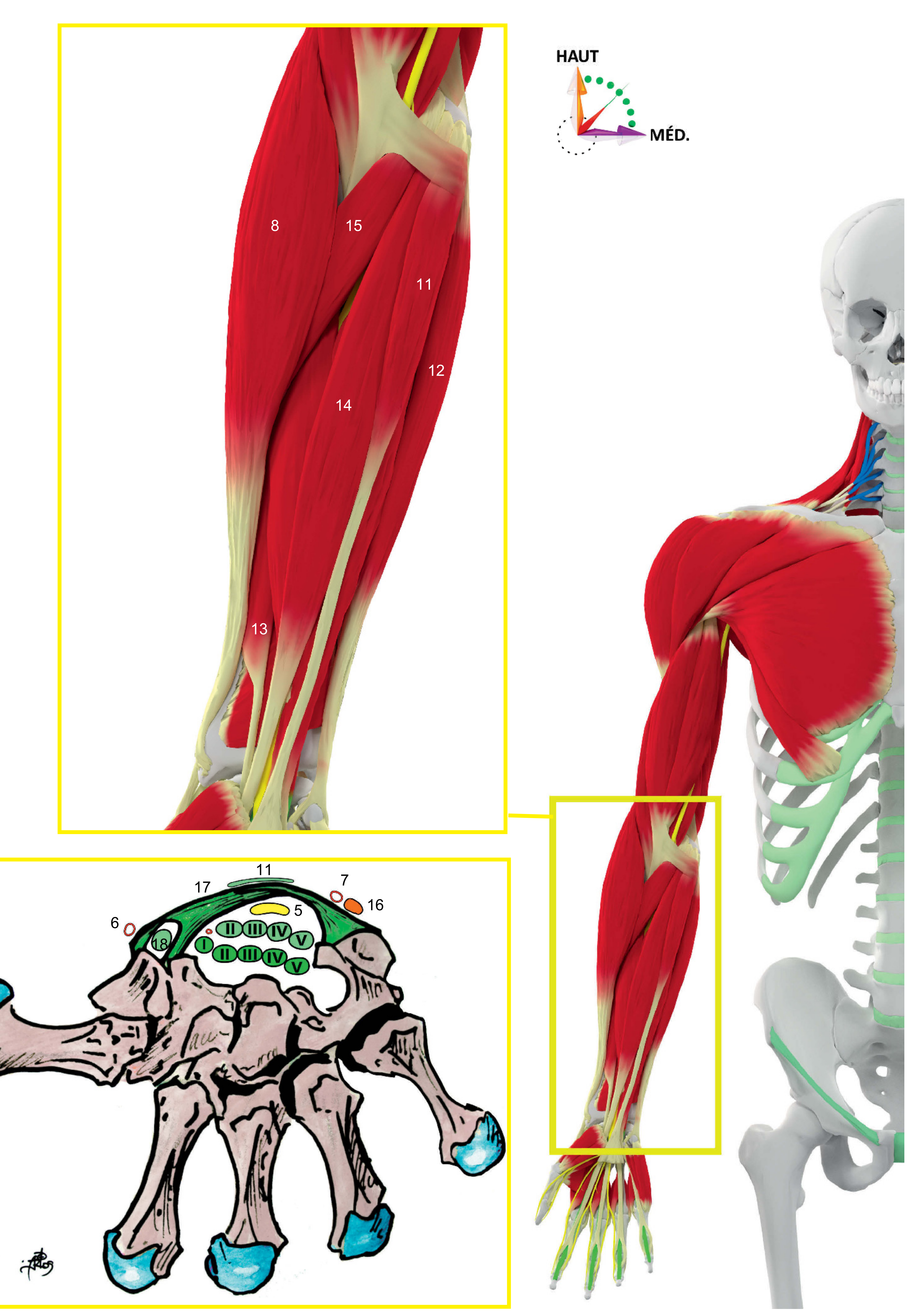
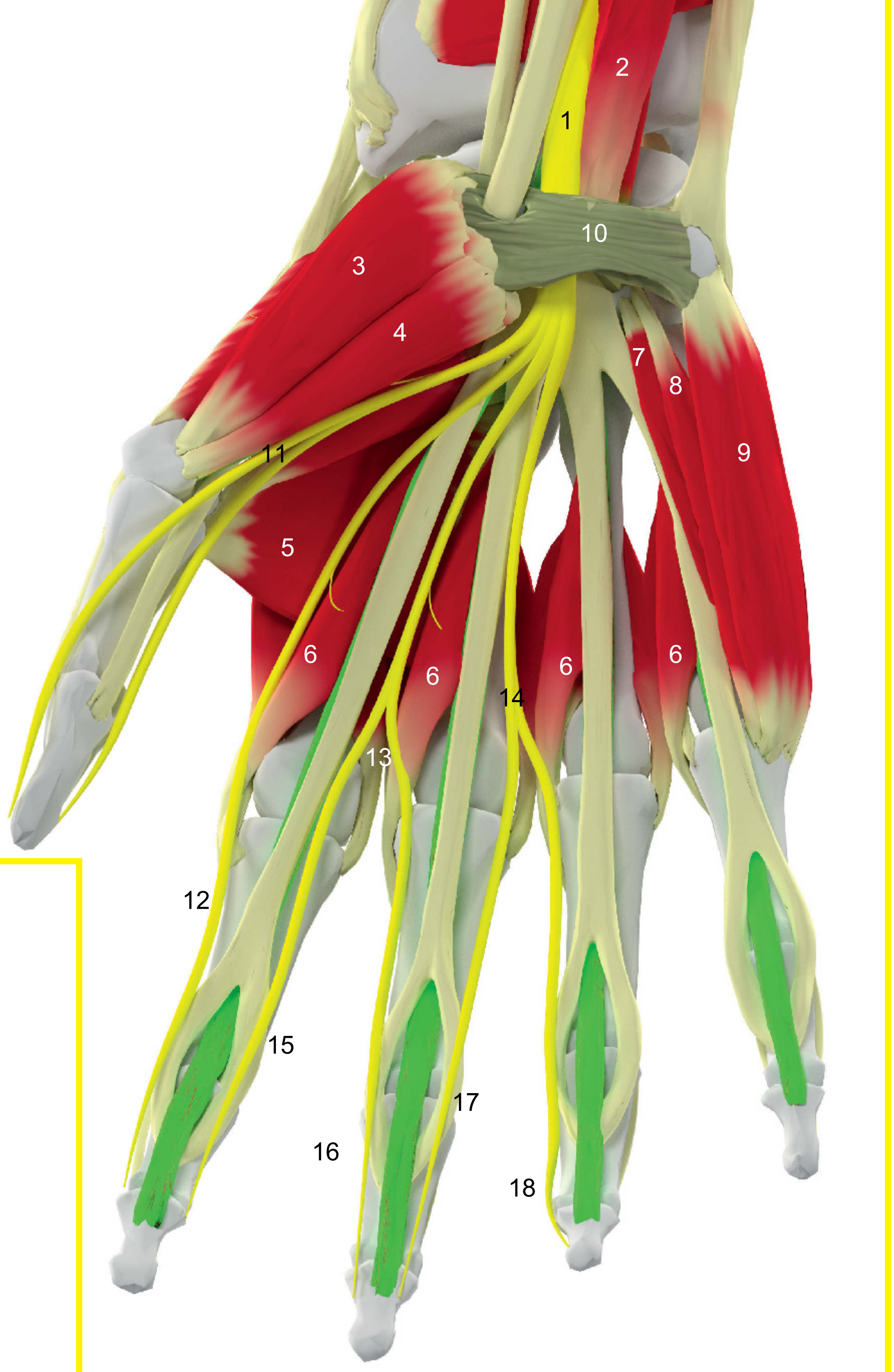


Figure M8. Rapports musculaires du nerf médian à l'avant-bras et à l'entrée du canal carpien

Données morphologiques à la main

1- Nerf médian
2- Muscle fléchisseur superficiel des doigts
3- Muscle court abducteur du pouce
4- Muscle court fléchisseur du pouce
5- Muscle adducteur du pouce
6- Muscles lombricaux
7- Muscle opposant du petit doigt
8- Muscle court fléchisseur du petit doigt
9- Muscle abducteur du petit doigt
10- Rétinaculum des fléchisseurs
11- Nerf digital palmaire commun du I
12- Nerf digital palmaire propre latéral du II
13- Nerf digital palmaire commun du II
14- Nerf digital palmaire commun du III
15- Nerf digital palmaire médial du II
16- Nerf digital palmaire latéral du III
17- Nerf digital palmaire médial du III
18- Nerf digital palmaire latéral du IV





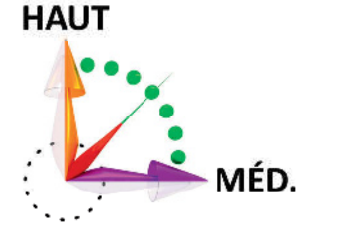
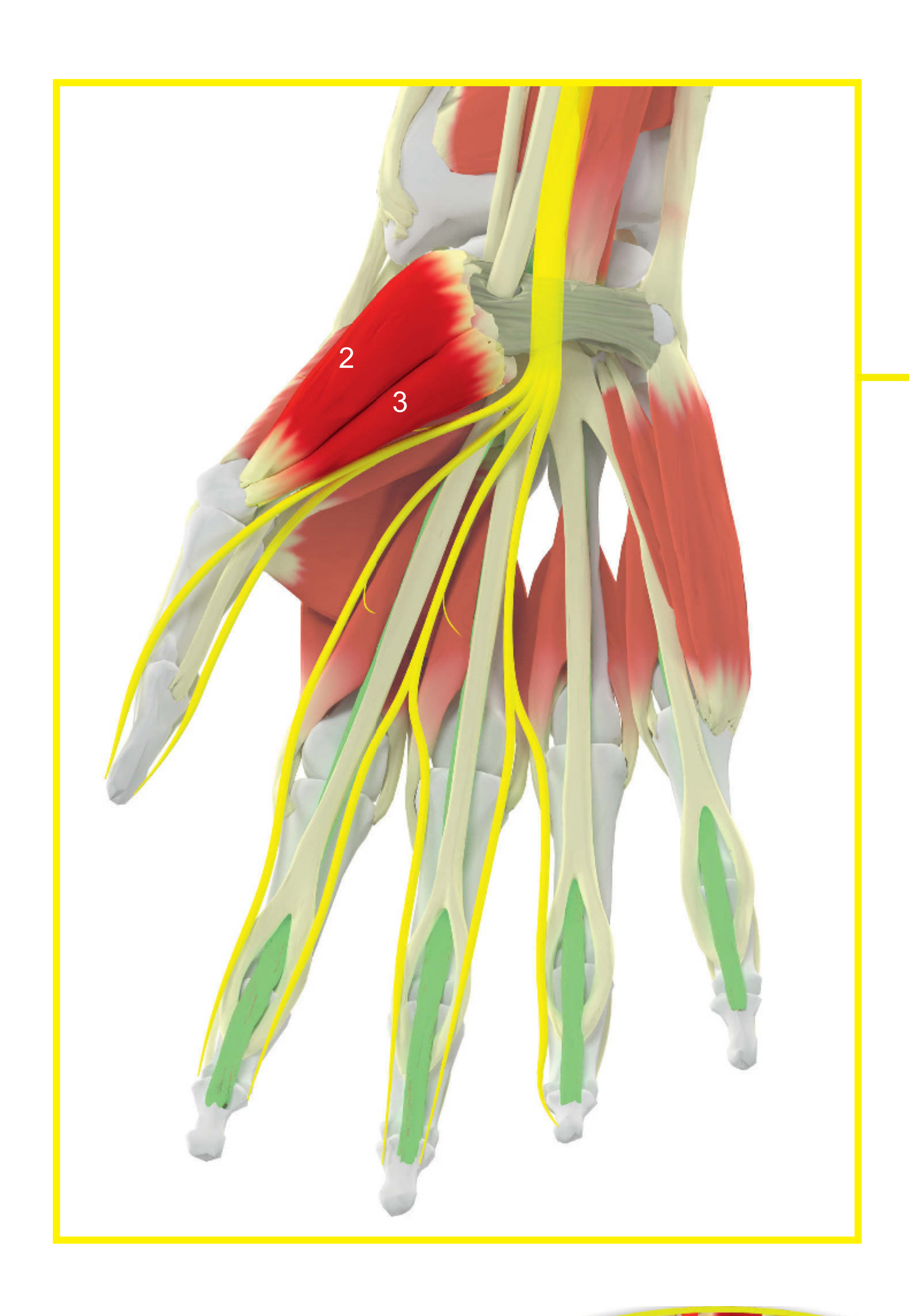


Figure M9. Rapports du nerf médian à la main









1- Branche thénarienne du nerf médian

2- Muscle court abducteur du pouce

3- Muscle court fléchisseur du pouce

4- Muscle opposant du pouce

5- Artère radiale

6- Rameau palmaire superficiel de l'artère radiale

7- Arcade palmaire superficielle

8- Artère ulnaire

9- Artères digitales communes palmaires

10- Arcade palmaire profonde

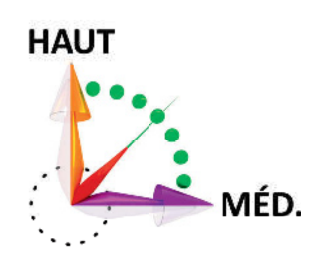


Figure M10. Rapports vasculo-nerveux du nerf médian à la main

Données morphologiques - Synthèse

BRANCHES COLLATÉRALES

Au bras, le nerf médian donne (Figure M2) :
- un rameau vasculaire pour l'artère brachiale ;
- un rameau diaphysaire pour l'humérus ;
- des rameaux articulaires pour le coude ;
- des rameaux moteurs pour les muscles de la loge antérieure de l'avant-bras, notamment épicondyliens médiaux : muscle fléchisseur radial du carpe, muscle long palmaire et fléchisseur superficiel des doigts ;
- un rameau sensitif palmaire pour la peau de l'éminence thénar et la paume de la main.

Quelques centimètres en-dessous (5 à 8 cm) du pli du coude, en passant entre les deux chefs du muscle rond pronateur, il décoche le nerf interosseux antérieur (Figure M7).
Le nerf interosseux antérieur longe la membrane interosseuse des deux os de l'avant-bras, accompagné de l'artère du même nom, et innerve le long fléchisseur du pouce, la portion latérale du muscle fléchisseur profond des doigts et le carré pronateur. Il donne aussi des fibres proprioceptives pour le carpe, l'articulation radio-carpienne et radio-ulnaire et se termine au niveau du poignet (Vidéo 25).

BRANCHES TERMINALES

Le nerf médian passe dans le canal carpien constitué en avant des os du carpe, en forme de gouttière, elle-même fermée en avant par le rétinaculum des fléchisseurs et recouverte par l'étalement du tendon du muscle petit palmaire. Le nerf médian y est accompagné en arrière par les tendons des muscles fléchisseurs de doigts entourés de leur gaine synoviale. C'est à ce niveau que le nerf se divise en ses cinq branches terminales (figure M9) :
- la branche motrice thénarienne : Le nerf abandonne en dehors la branche motrice destinée aux muscles thénariens, à une hauteur variable. Celle-ci peut parfois se détacher de la face ventrale du nerf (6 % dans la population) et se retrouve dans ce cas particulièrement exposée. Cette branche est destinée aux muscles opposant du pouce, court abducteur du pouce, au faisceau superficiel du court fléchisseur du pouce (Figure M10) ;
- le nerf collatéral palmaire latéral du pouce, destiné à l'innervation sensitive du bord latéral de sa face palmaire ;
- trois branches sensitives cutanées, dites nerfs digitaux communs des premier, deuxième et troisième espaces interdigitaux. Ces trois branches se divisent chacune en deux (Vidéo 26).

FONCTION MOTRICE

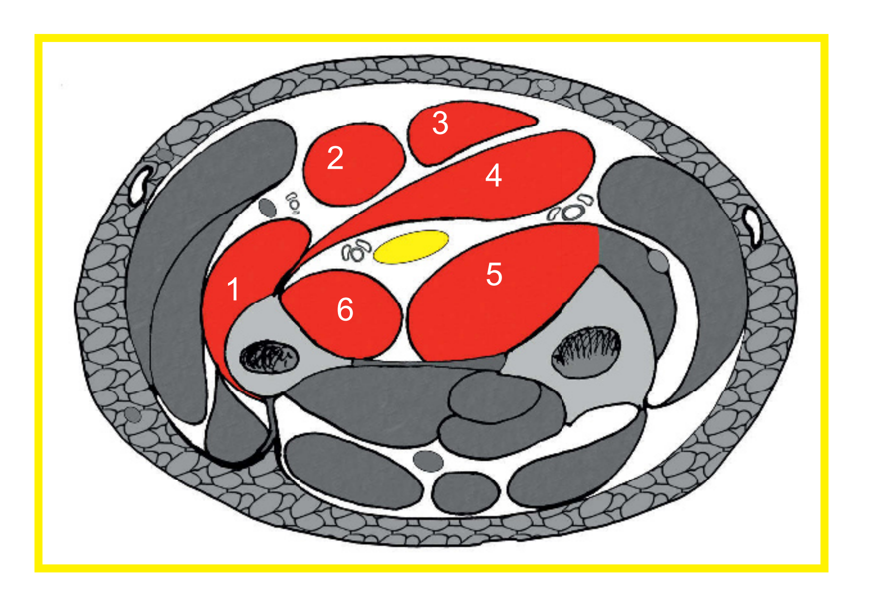
Le territoire d'innervation musculaire du nerf médian comprend le muscle rond pronateur et tous les muscles de la loge antérieure de l'avant-bras hormis le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et la portion médiale du muscle fléchisseur profond des doigts.
Au niveau de la main, le nerf médian est chargé de l'innervation des muscles de l'éminence thénar et des lombricaux de l'index et du médius. Il assure donc la pronation de la main sur l'avant-bras, la flexion des doigts sur la main, la pince pollicidigitale et la flexion de la main sur l'avant-bras (Figure M11) (Vidéo 27).

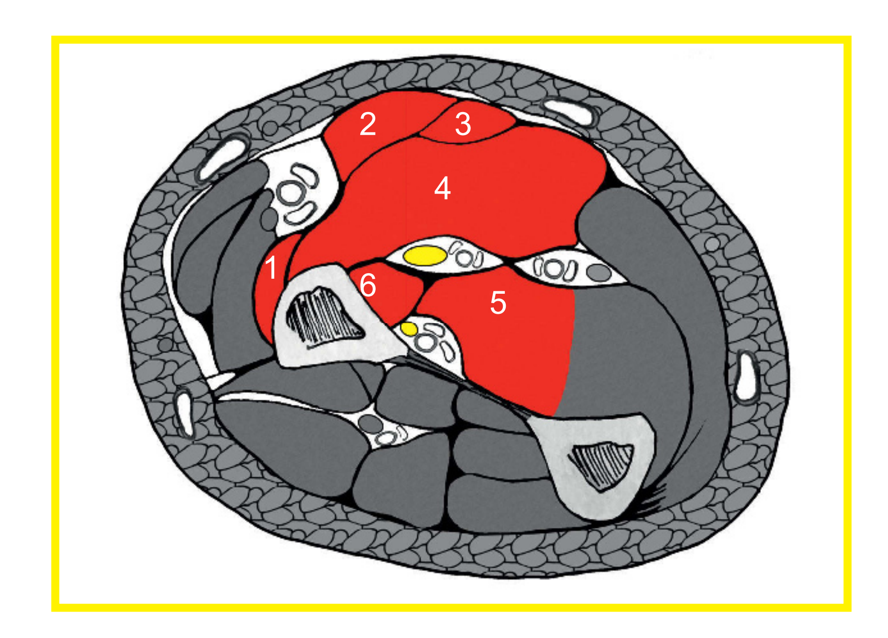
FONCTION SENSITIVE

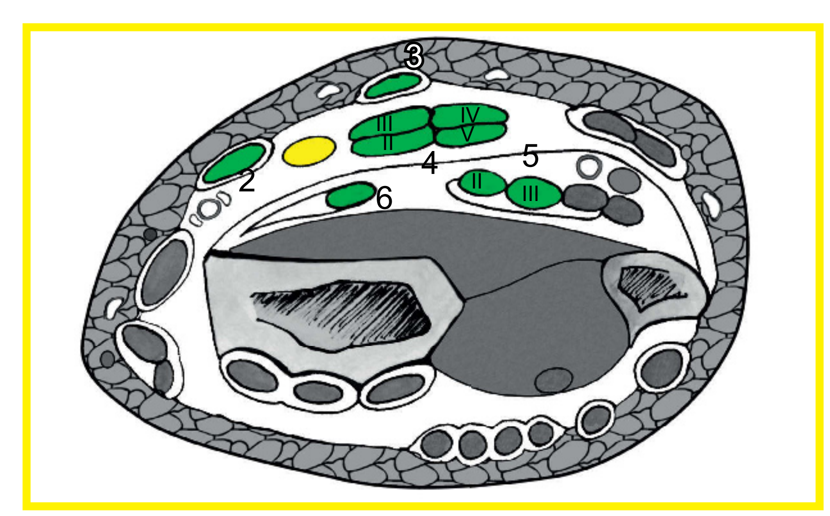
Le territoire sensitif de ce nerf comprend toute la moitié latérale de la paume et de la face antérieure des doigts en dehors de l'axe passant par l'annulaire ; soit les faces palmaires des doigts I, II, III et la moitié radiale de la face palmaire du doigt IV. La face postérieure correspond aux phalanges distales et moyennes des mêmes doigts : I, II, III et moitié radiale du doigt IV (Figure M11) (Vidéo 28).

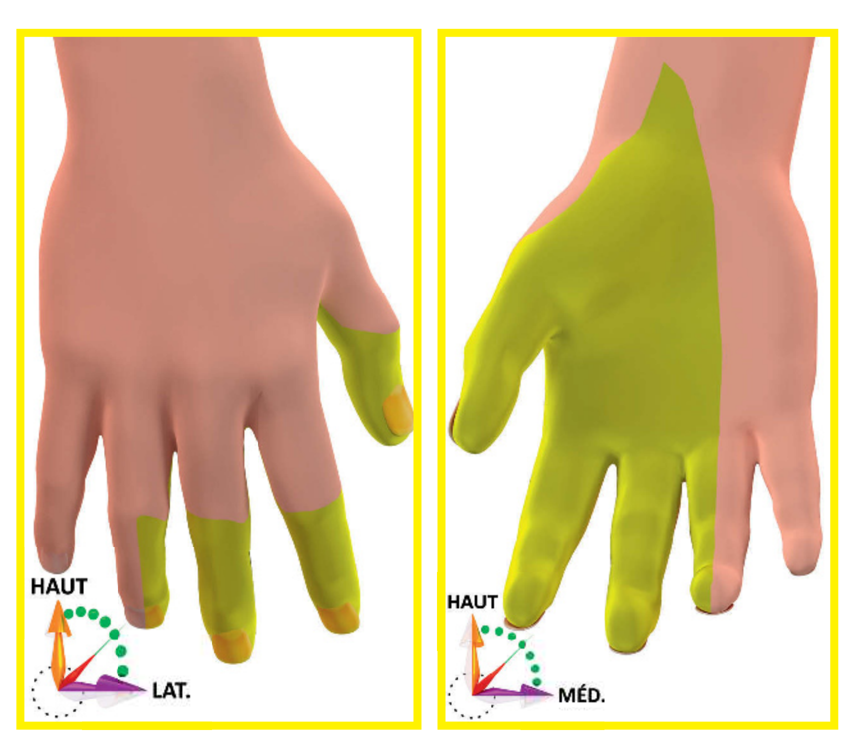
ANASTOMOSES

Le nerf médian réalise des anastomoses à différents niveaux :
- au bras, avec le nerf musculo-cutané, décrite comme étant la règle par certains auteurs au XIXe siècle (Debierre, 1888). De même, des anastomoses du nerf médian et du nerf ulnaire semblent fréquentes au bras (Lecrosnier et Babé). Ce type d'anastomoses peut représenter deux ou trois branches entre les deux nerfs à ce niveau ;
- à l'avant-bras, dans sa partie supérieure, avec le nerf ulnaire (anastomose de Martin-Grüber), entre les muscles fléchisseurs superficiel et profond des doigts. Celle-ci est souvent présente et explique la suppléance potentielle du nerf ulnaire pour l'innervation des fléchisseurs, lors d'une atteinte du nerf médian ;
- à la main, avec le nerf ulnaire (anastomose de Riche et Cannieu), au niveau de l'innervation des deux faisceaux du muscle court fléchisseur du pouce et avec le nerf radial sur l'éminence thénar par leurs rameaux cutanés ;
- aux doigts, avec les branches terminales de la branche superficielle du nerf radial. L'anastomose se fait donc entre les nerfs digitaux collatéraux palmaires et dorsaux.









HAUT

MÉD.

1- Muscle rond pronateur

2- Muscle fléchisseur radial du carpe

3- Muscle long palmaire

4- Muscle fléchisseur superficiel des doigts

5- Muscle fléchisseur profond des doigts

6- Muscle long fléchisseur du pouce

7- Muscles court abducteur du pouce et opposant du pouce

8- Muscle court fléchisseur du pouce

9- Muscles premier et deuxième lombricaux

Figure M11. Innervation motrice et sensitive du nerf médian

Données morphologiques - Coupes

1- Muscle grand pectoral

2- Muscle petit pectoral

3- Veine céphalique

4- Muscle deltoïde

5- Chef court du muscle biceps

6- Muscle coraco-brachial

7- Tendon du chef long du muscle biceps

8- Muscle grand dorsal

9- Humérus

10- Muscle grand rond

11- Chef latéral du muscle triceps brachial

12- Artère et nerf axillaire

13- Chef long du muscle triceps brachial

14- Muscle petit rond

15- Muscle infra-épineux

16- Scapula

17- Nerf cutané médial du bras

18- Nerf médian

19- Nerf cutané médial de l'avant-bras

20- Nerf ulnaire

21- Nerf radial

22- Nerf musculo-cutané

23- Muscle subscapulaire

24- Veine brachiale

25- Artère brachiale

26- Muscle dentelé antérieur

27- Muscle biceps brachial

28- Muscle brachial

29- Muscle brachio-radial

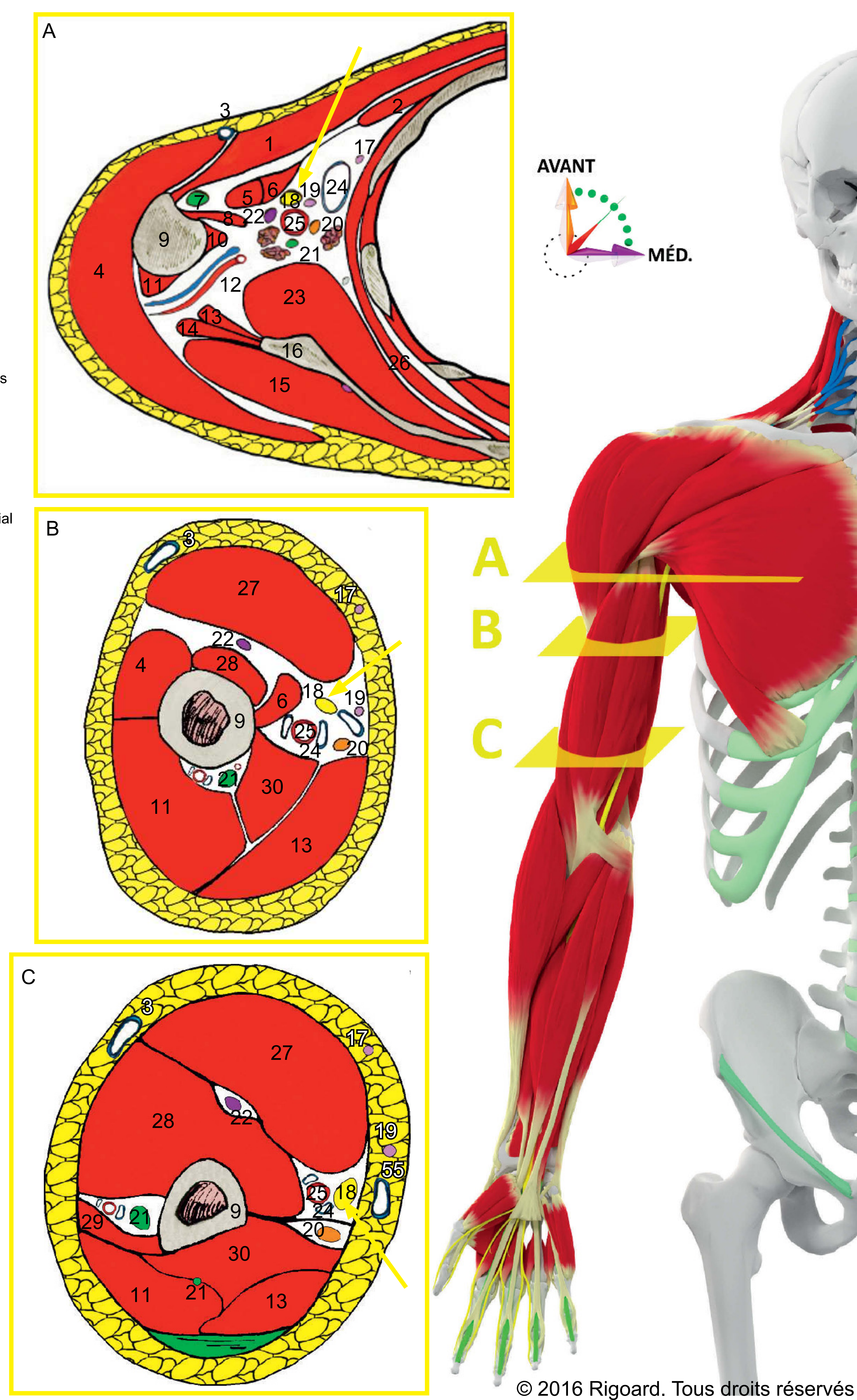


Figure M12. Rapports du nerf médian au bras, en coupes axiales

30- Chef médial du muscle triceps brachial

31- Muscle long extenseur radial du carpe

32- Muscle court extenseur radial du carpe

33- Tendon des épicondyliens

34- Muscle anconé

35- Olécrâne

36- Tendon du muscle triceps brachial

37- Tendon des épitrochléens

38- Muscle rond pronateur

39- Ulna

40- Radius

41- Muscle long palmaire

42- Muscle fléchisseur radial du carpe

43- Muscle fléchisseur superficiel des doigts

44- Muscle fléchisseur profond des doigts

45- Muscle long fléchisseur du pouce

46- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

47- Muscle long abducteur du pouce

48- Muscle court extenseur du pouce

49- Muscle long extenseur du pouce

50- Muscle extenseur des doigts

51- Muscle extenseur du petit doigt

52- Muscle extenseur ulnaire du carpe

53- Muscle extenseur de l'index

54- Veine médiane de l'avant bras

55- Veine basilique

56- Artère et veine radiales

57- Artère et veine ulnaires

58- Muscle carré pronateur

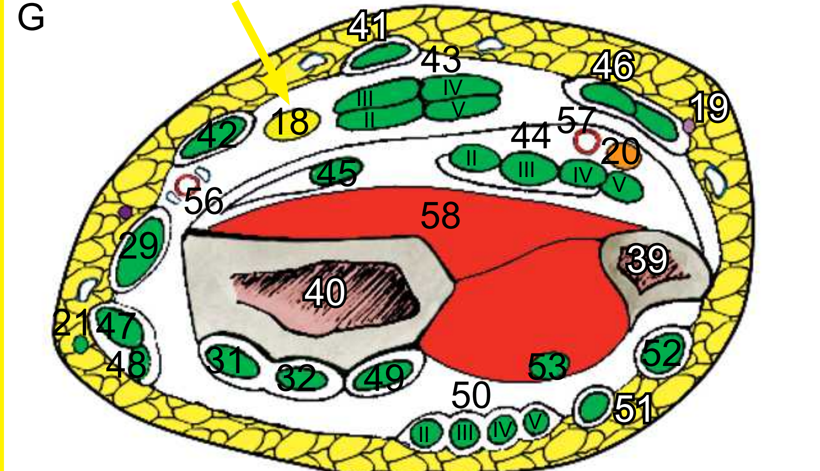


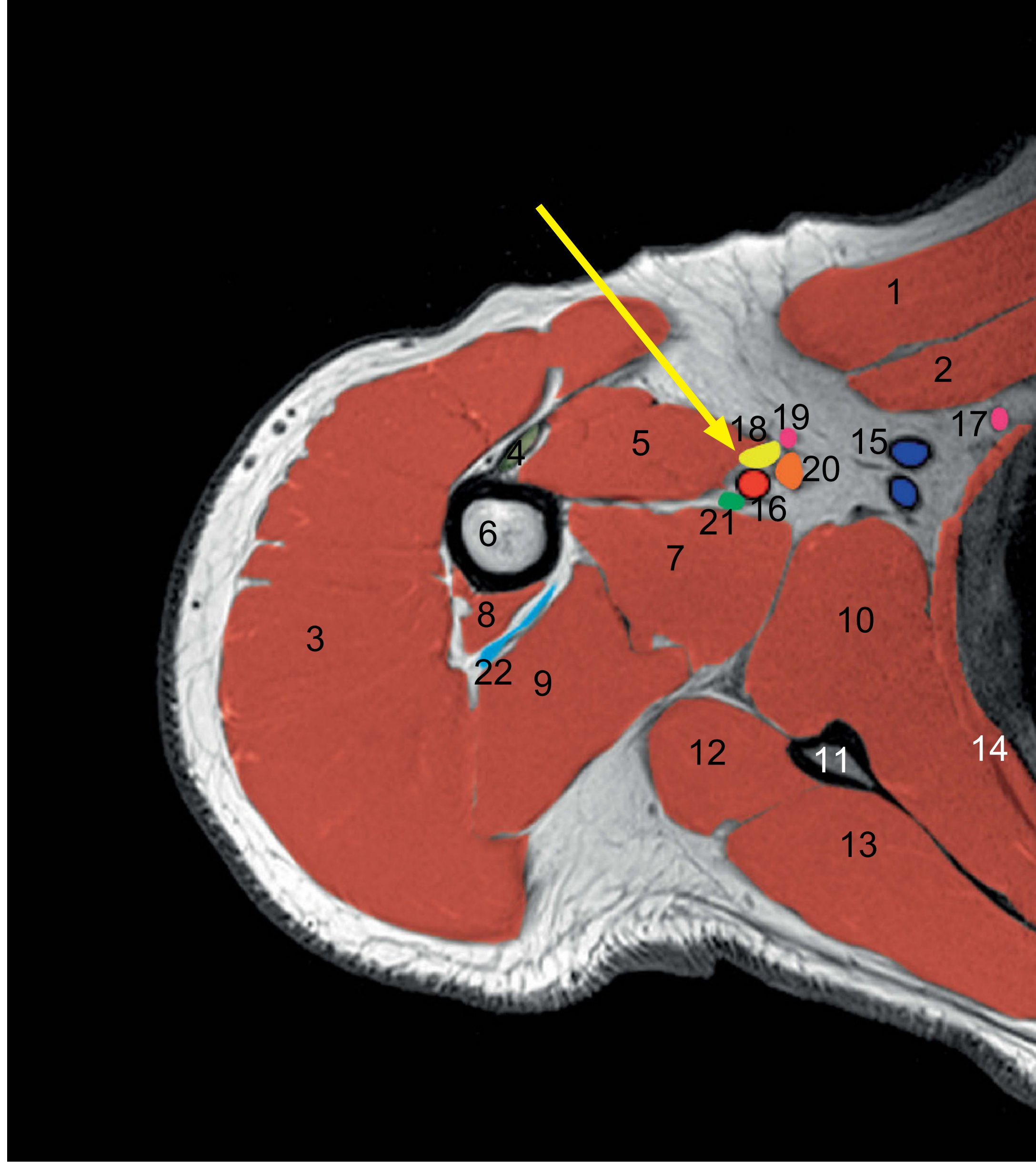


Figure M13. Rapports du nerf médian au coude et à l'avant-bras, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM

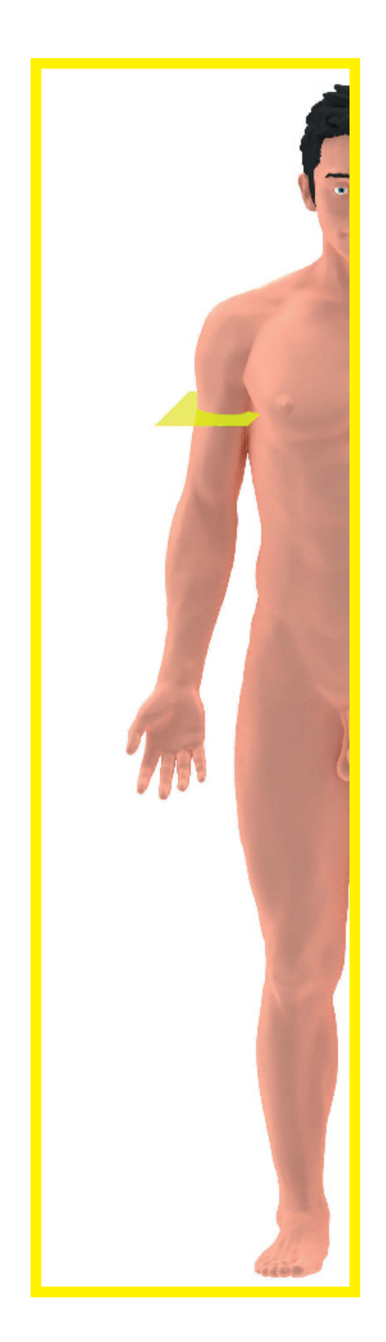


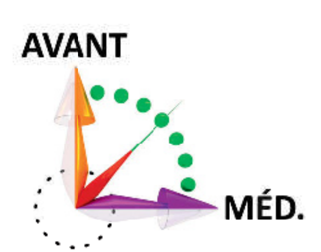


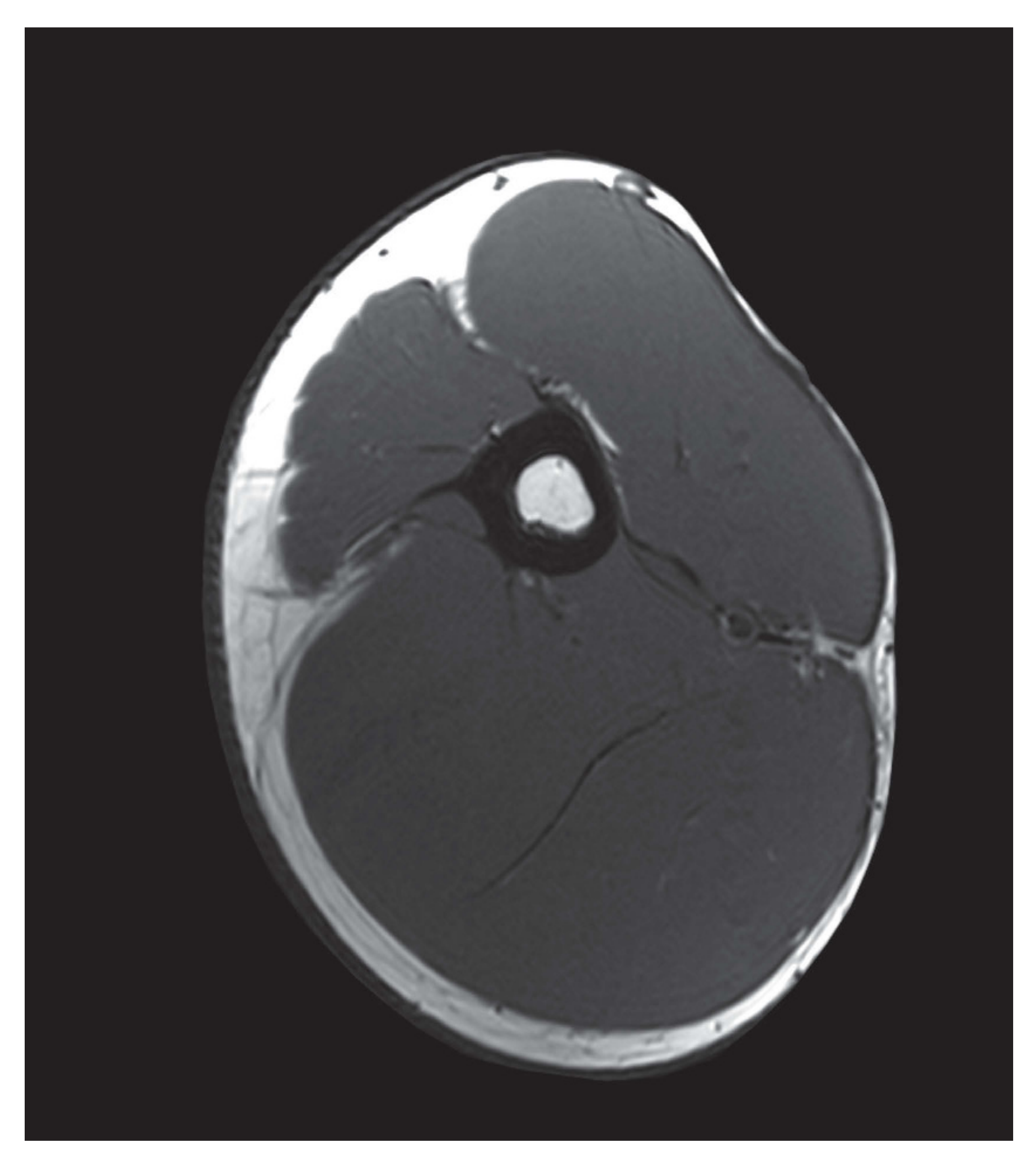


1- Muscle grand pectoral
2- Muscle petit pectoral
3- Muscle deltoïde
4- Chef long du muscle biceps brachial
5- Muscle grand dorsal
6- Humérus
7- Muscle grand rond
8- Chef latéral du muscle triceps
9- Chef médial du muscle triceps
10- Muscle subscapulaire
11- Scapula
12- Muscle petit rond
13- Muscle infra-épineux
14- Muscle dentelé antérieur
15- Veine brachiale
16- Artère brachiale
17- Nerf cutané médial du bras
18- Nerf médian
19- Nerf cutané médial de l'avant-bras
20- Nerf ulnaire
21- Nerf radial
22- Nerf axillaire

Figure M14. Coupes IRM à l'épaule passant par le nerf médian







1- Muscle deltoïde

2- Humérus

3- Chef latéral du muscle triceps

4- Chef médial du muscle triceps

5- Artère brachiale

6- Nerf médian

7- Nerf cutané médial de l'avant-bras

8- Nerf ulnaire

9- Veine céphalique

10- Veine basilique

11- Nerf radial

12- Nerf musculo-cutané

13- Chef long du muscle triceps

14- Muscle biceps brachial

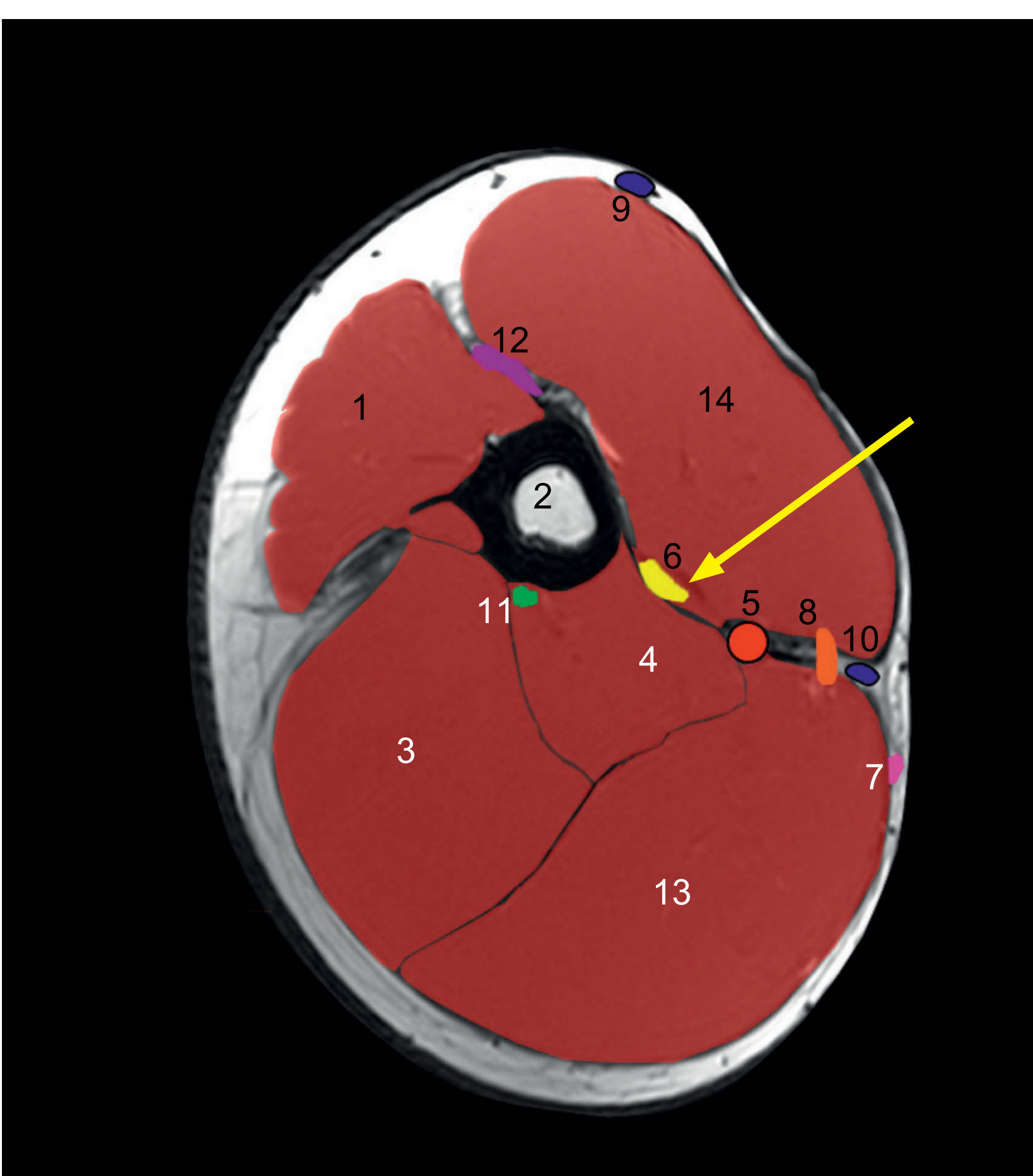
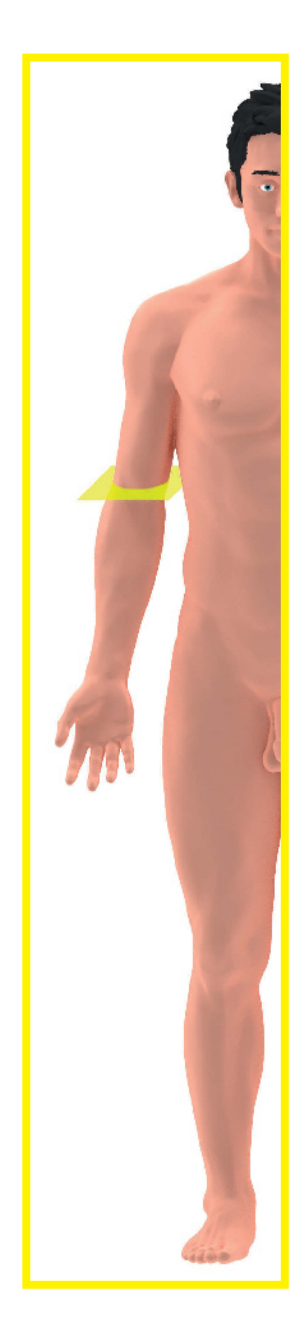
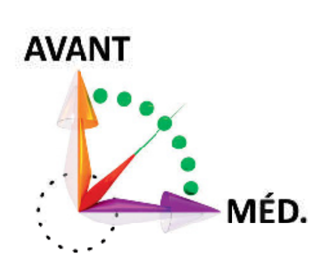
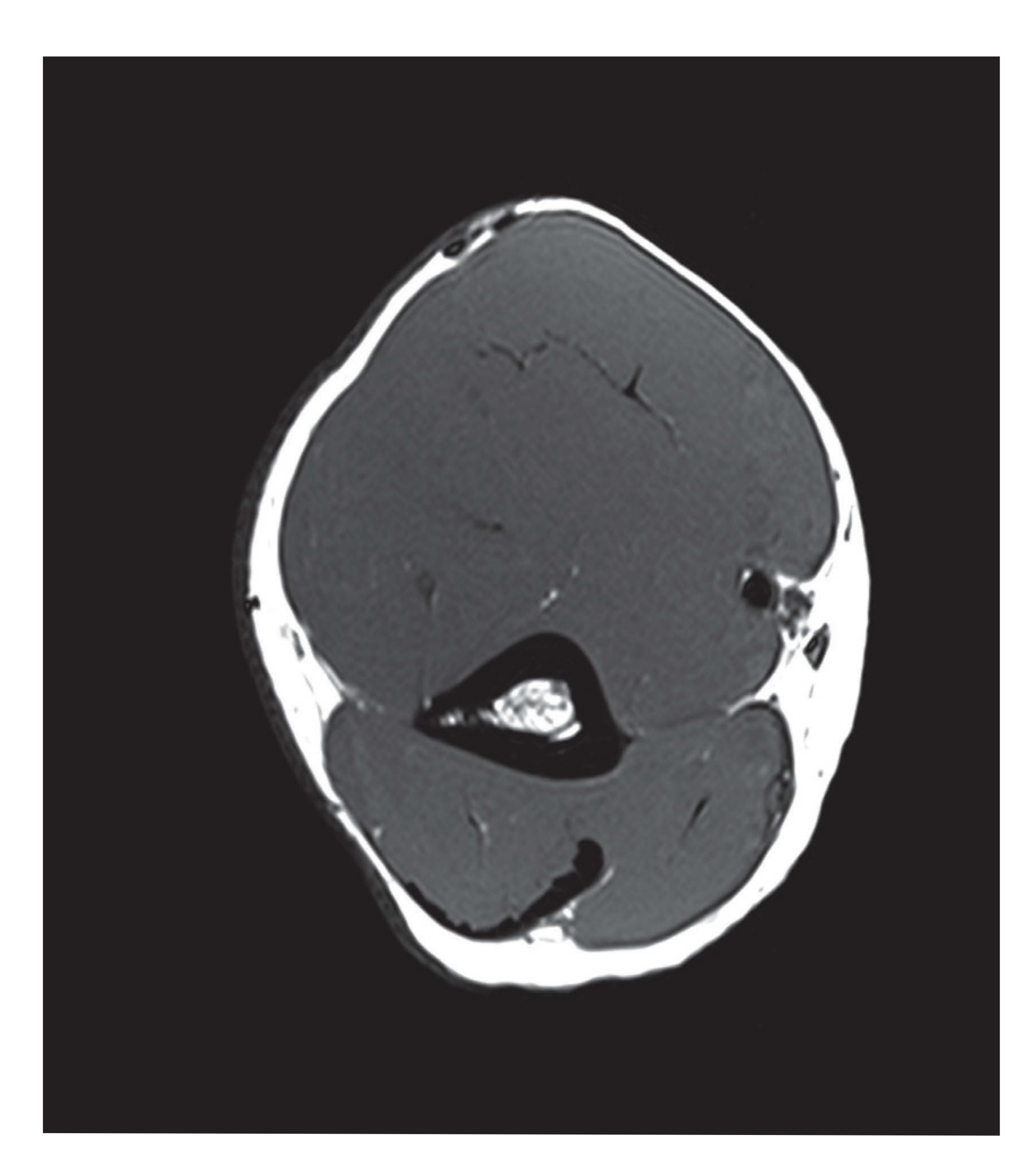
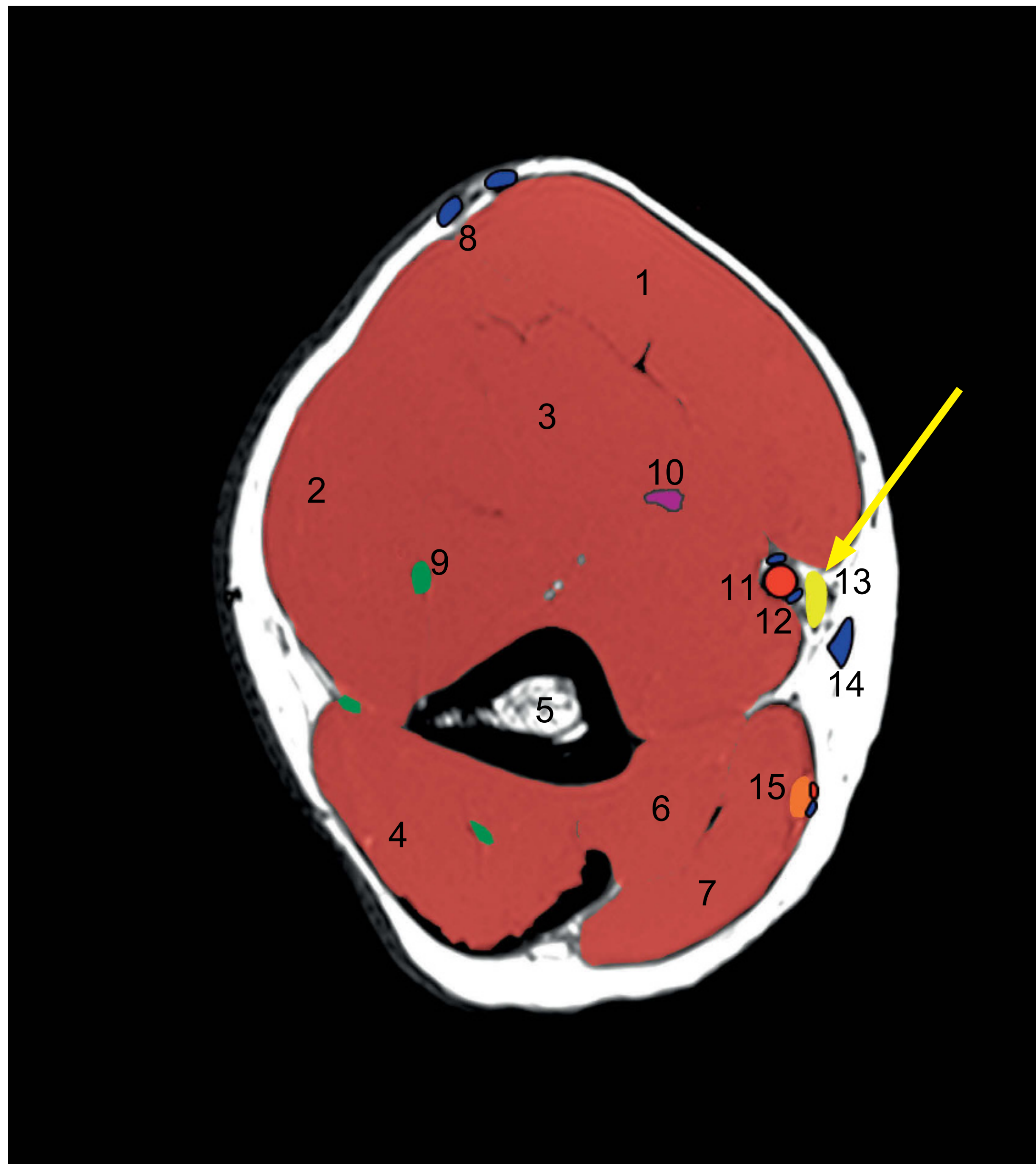


Figure M15. Coupes IRM au tiers proximal du bras passant par le nerf médian









1- Muscle biceps brachial

2- Muscle brachio-radial

3- Muscle brachial

4- Chef latéral du muscle triceps

5- Humérus

6- Chef long du muscle triceps

7- Chef médial du muscle triceps

8- Veine céphalique

9- Nerf radial

10- Nerf musculo-cutané

11- Artère brachiale

12- Veine brachiale

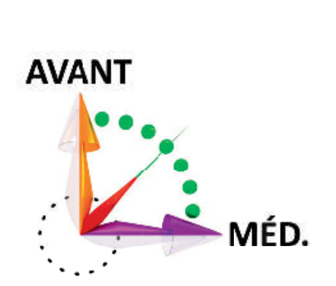
13- Nerf médian

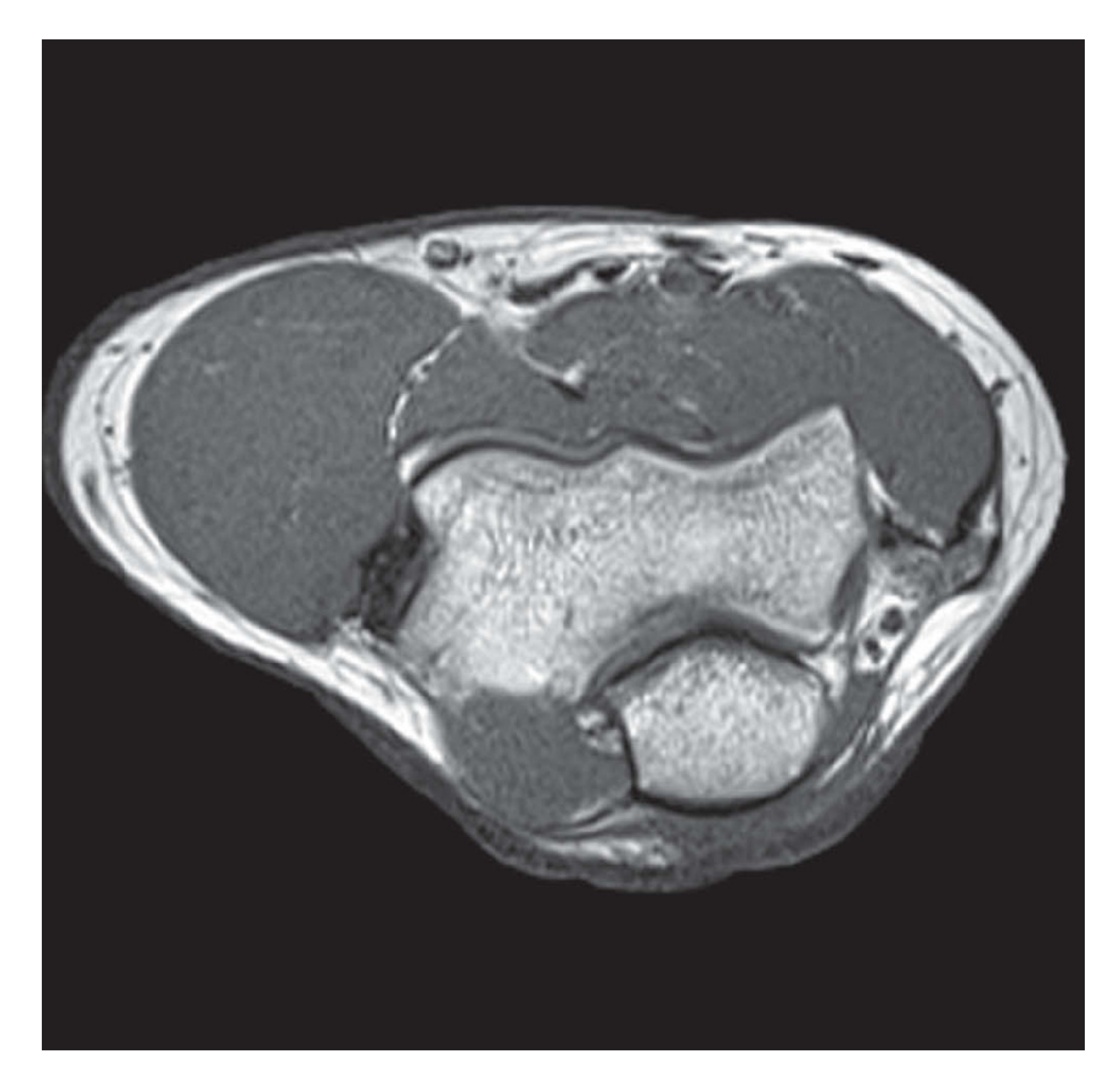
14- Veine basilique

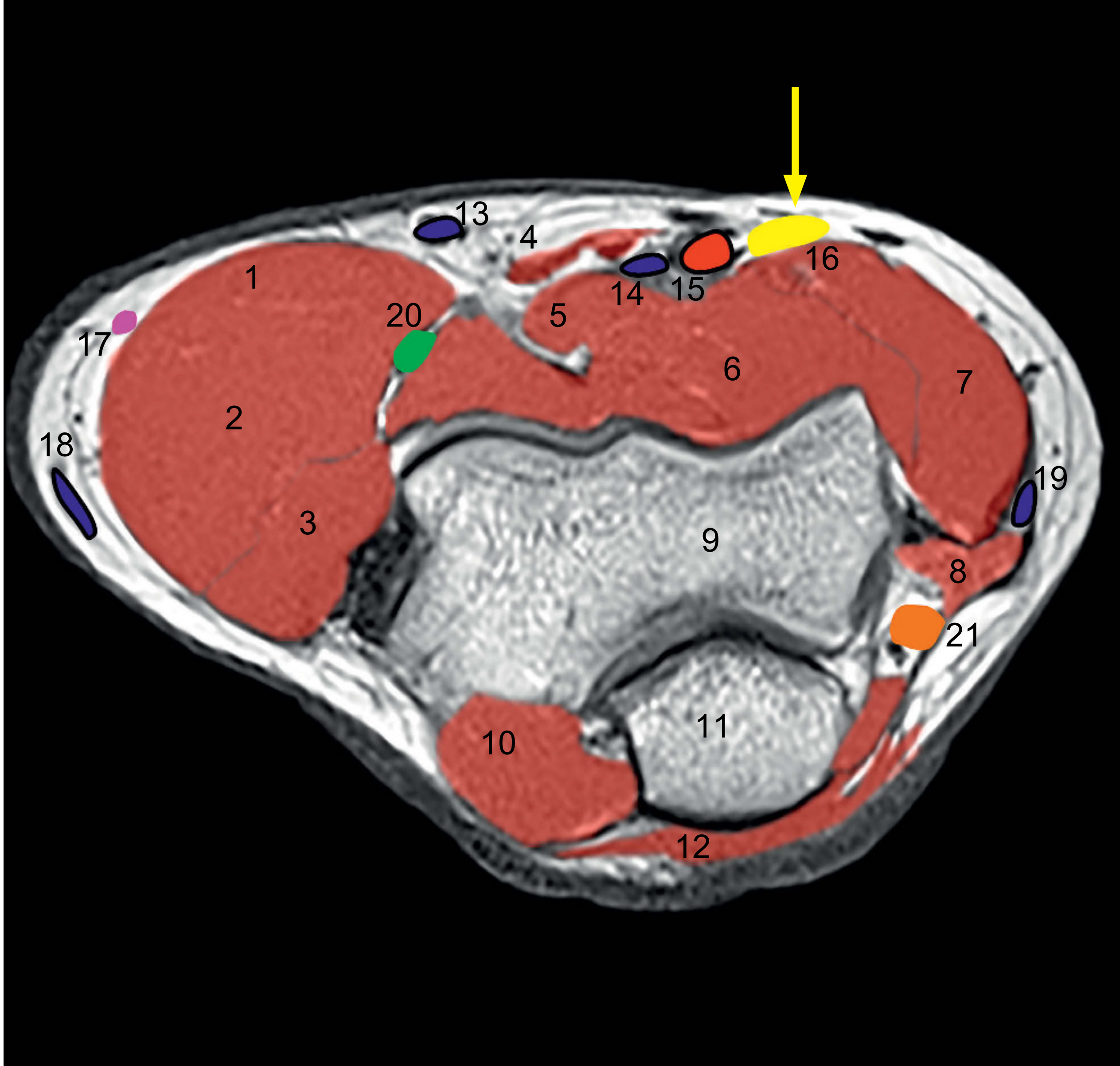
15- Nerf ulnaire

Figure M16. Coupes IRM au tiers distal du bras passant par le nerf médian









1- Muscle brachio-radial

2- Muscle court extenseur radial du carpe

3- Muscle long extenseur radial du carpe

4- Muscle biceps brachial

5- Tendon du muscle long biceps

6- Muscle brachial

7- Muscle rond pronateur

8- Tendon des muscles épicondyliens médiaux

9- Humérus

10- Muscle anconé

11- Ulna

12- Muscle triceps brachial

13- Veine médiale du coude

14- Veine brachiale

15- Artère brachiale

16- Nerf médian

17- Nerf musculo-cutané

18- Veine céphalique

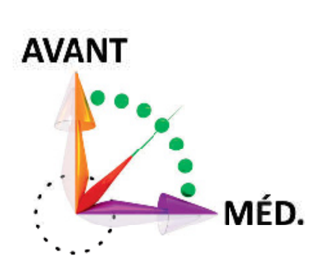
19- Veine basilique

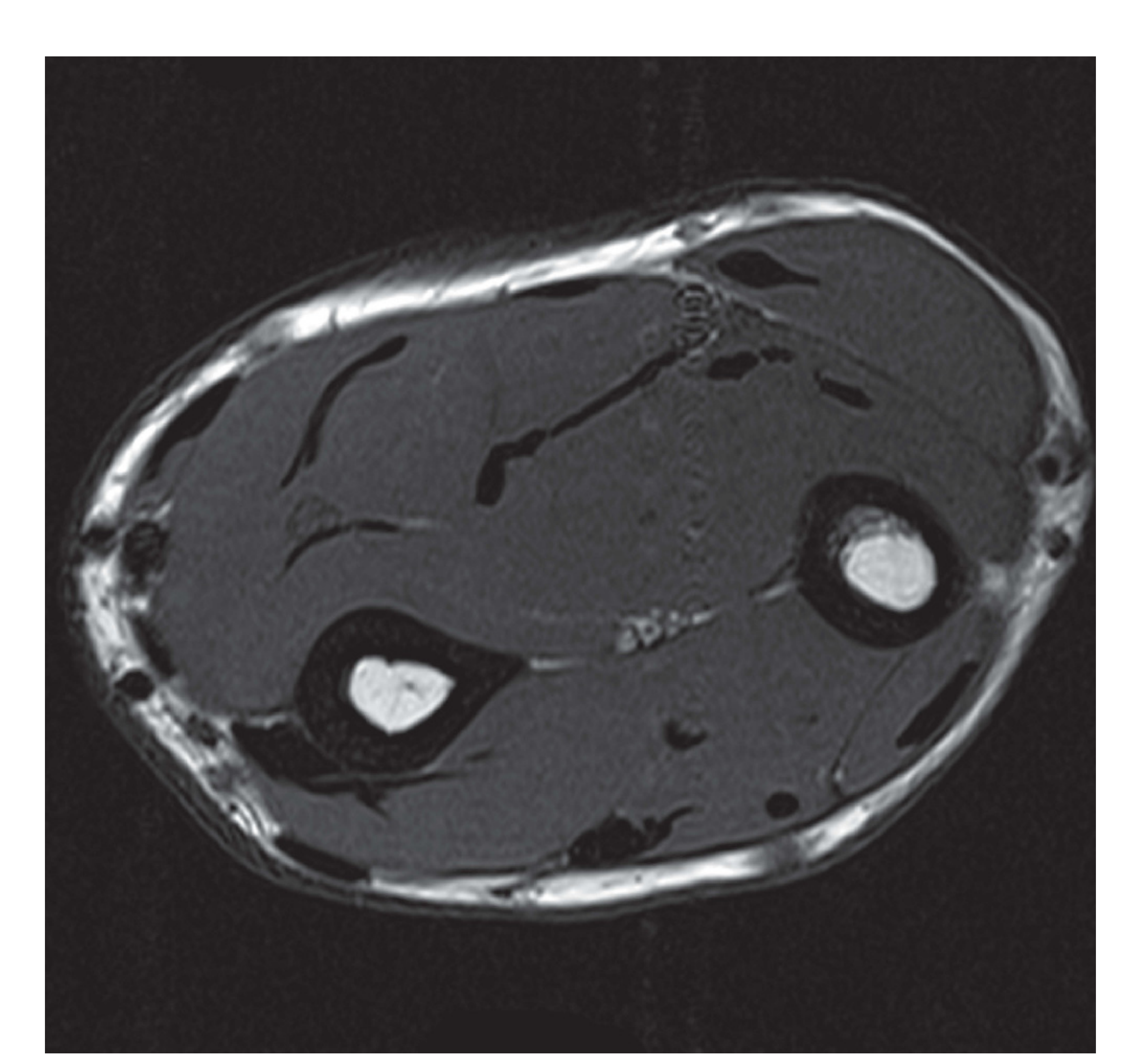
20- Nerf radial

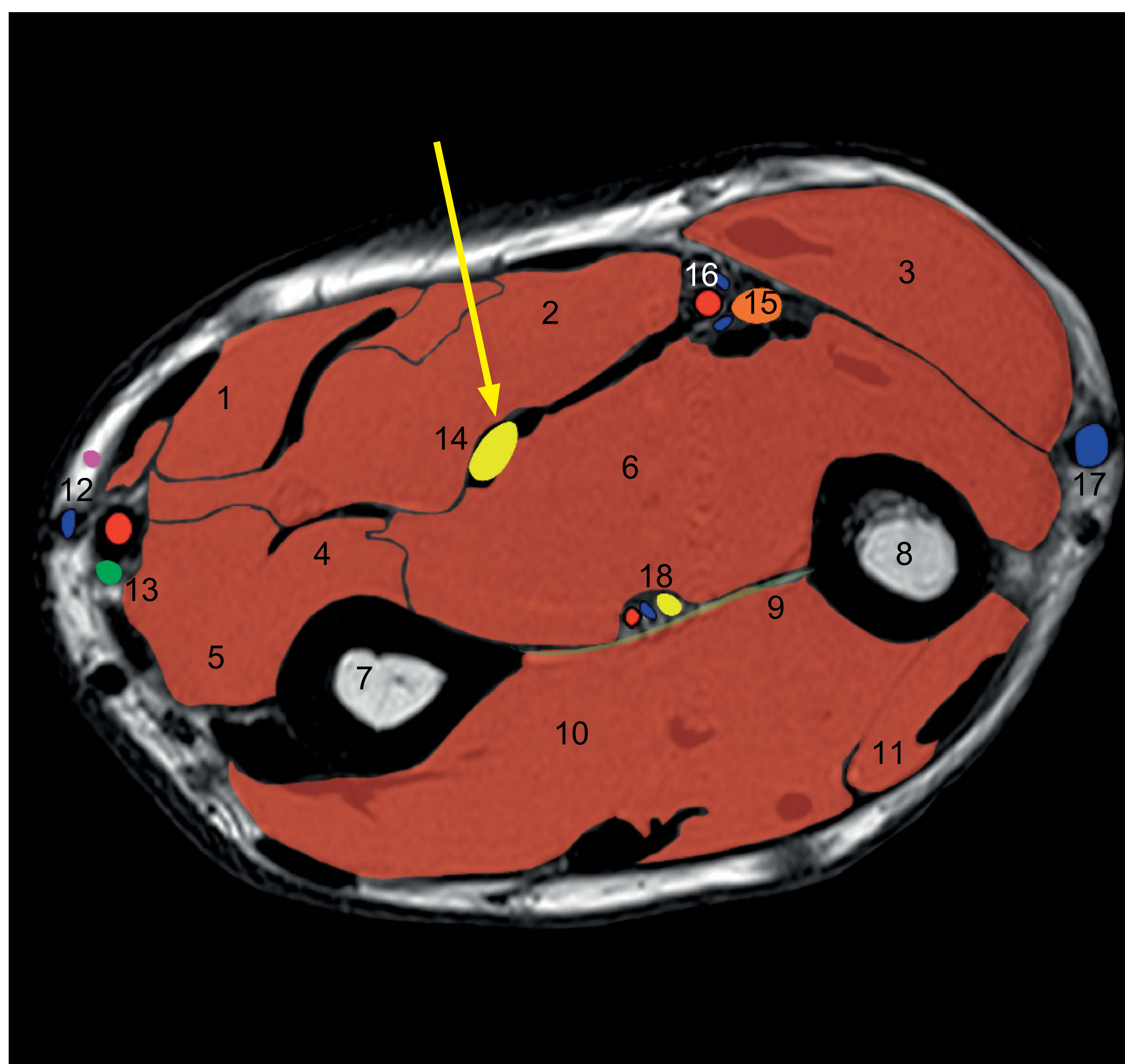
21- Nerf ulnaire

Figure M17. Coupes IRM au coude passant par le nerf médian









1- Muscle fléchisseur radial du carpe

2- Muscle fléchisseur superficiel des doigts

3- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

4- Muscle long fléchisseur du pouce

5- Muscle court extenseur radial du carpe

6- Muscle fléchisseur profond des doigts

7- Radius

8- Ulna

9- Membrane interosseuse de l'avant-bras

10- Loge postérieure des muscles extenseurs des doigts

11- Muscle extenseur du carpe

12- Artère et veine radiales

13- Nerf radial

14- Nerf médian

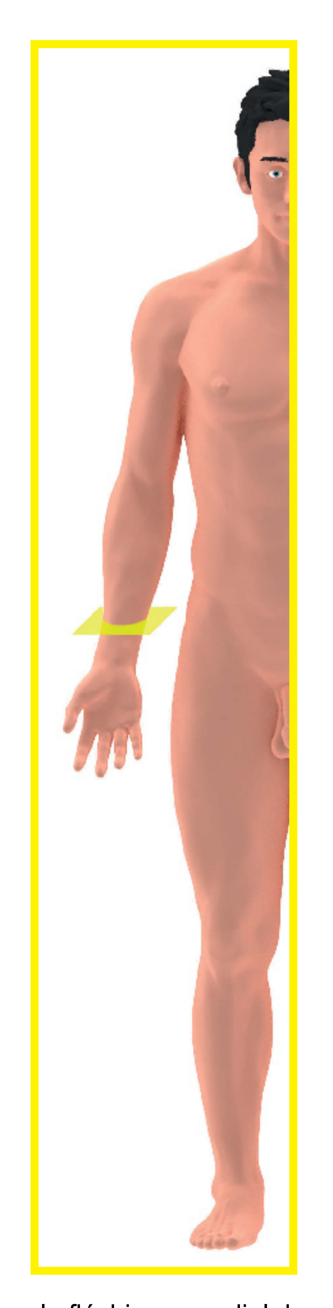
15- Nerf ulnaire

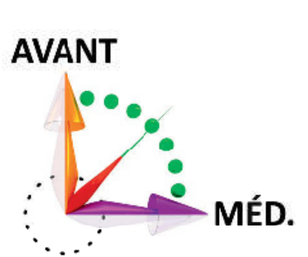
16- Artère et veine ulnaires

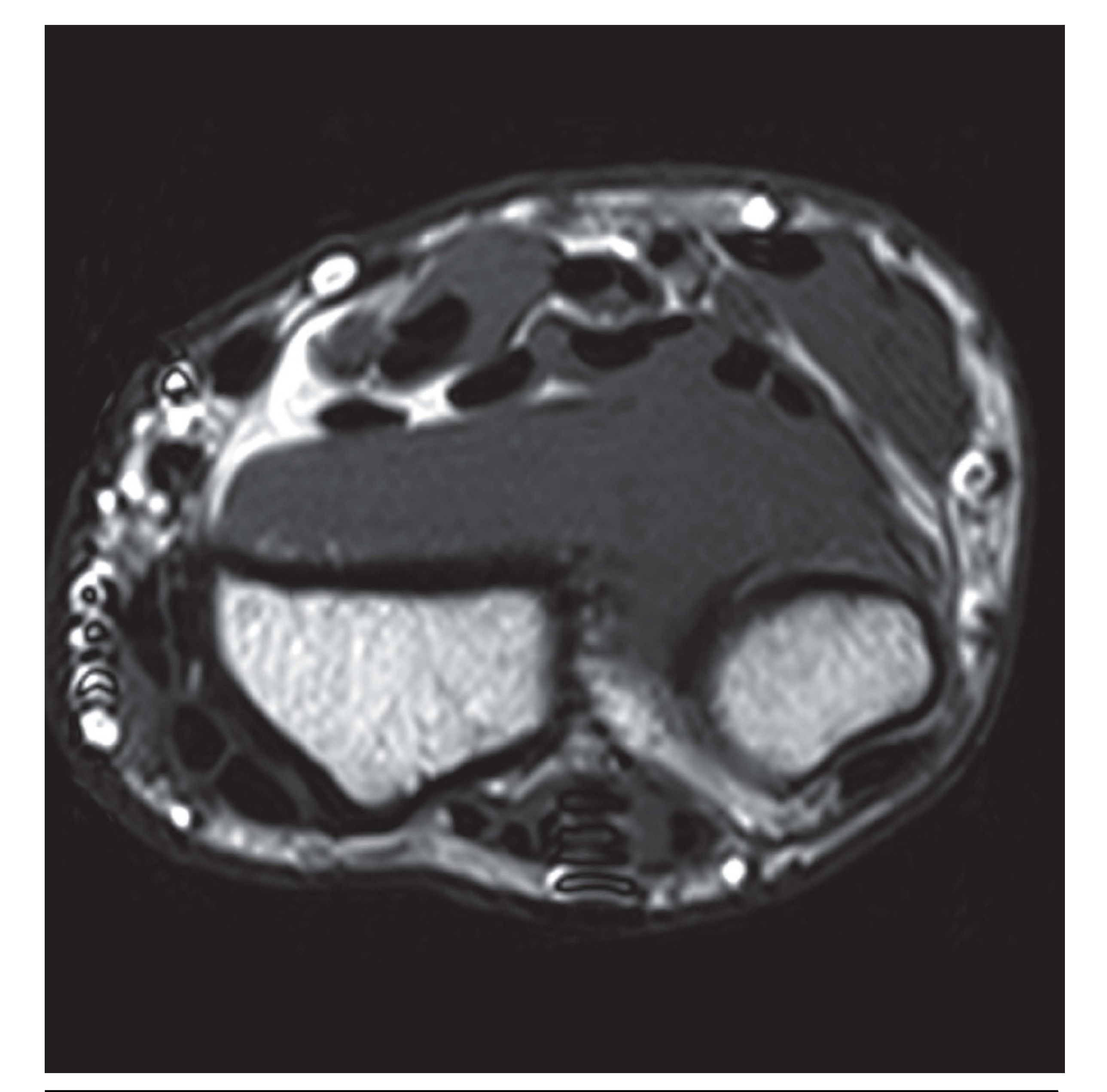
17- Veine basilique

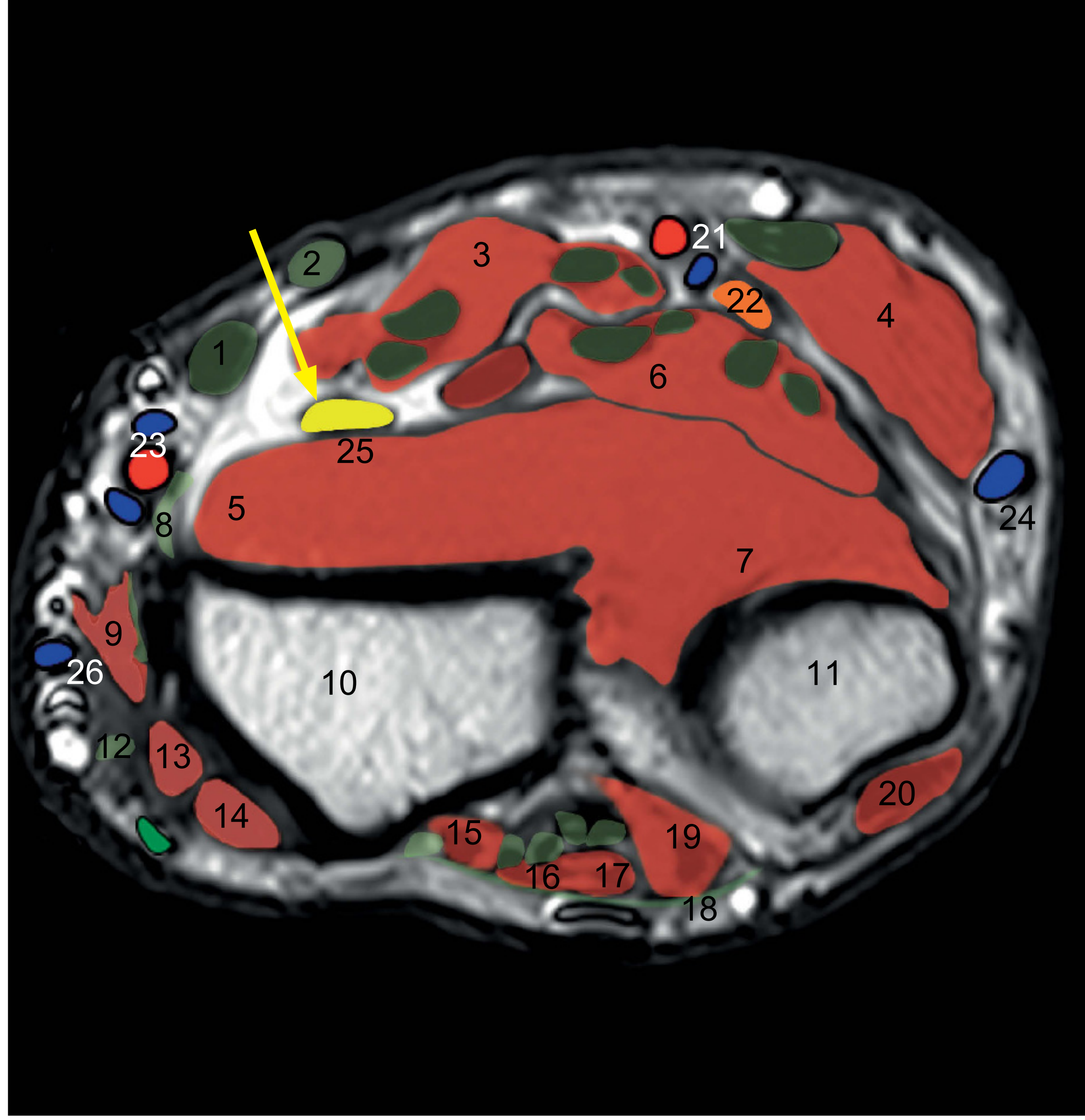
18- Artère, veine et nerf interosseux antérieurs

Figure M18. Coupes IRM à l'avant-bras passant par le nerf médian









1- Muscle fléchisseur radial du carpe

2- Muscle long palmaire

3- Muscle fléchisseur superficiel des doigts

4- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

5- Muscle long fléchisseur du pouce

6- Muscle fléchisseur profond des doigts

7- Muscle carré pronateur

8- Muscle brachio-radial

9- Muscle long abducteur du pouce

10- Radius

11- Ulna

12- Muscle court extenseur du pouce

13- Muscle long extenseur radial du carpe

14- Muscle court extenseur radial du carpe

15- Muscle long extenseur du pouce

16- Muscle extenseur des doigts

17- Muscle extenseur du petit doigt

18- Rétinaculum des muscles extenseurs

19- Muscle extenseur de l'index

20- Muscle extenseur du carpe

21- Artère et veine ulnaires

22- Nerf ulnaire

23- Artère et veine radiales

24- Veine basilique

25- Nerf médian

26- Veine céphalique

Figure M19. Coupes IRM au poignet passant par le nerf médian

Pathologie

Nous avons choisi d'insister sur deux syndromes propres au nerf médian (Figure M20):
- le syndrome du canal carpien, important de par sa fréquence ;
- le syndrome du nerf interosseux antérieur (*cf*. ci-après).

SYNDROME DU NERF INTEROSSEUX ANTÉRIEUR

Rappelons que le nerf médian décoche le nerf interosseux antérieur entre les deux chefs du muscle rond pronateur. Cette branche motrice innerve les muscles long fléchisseur du pouce, la portion latérale du muscle fléchisseur profond des doigts et le carré pronateur, de manière autonome.

Sa compression se produit sous l'arcade du muscle fléchisseur superficiel des doigts. Elle est responsable du syndrome du nerf interosseux antérieur, aussi appelé syndrome de Kiloh-Nevin. Ce syndrome rare ne représente que 1 % des syndromes canalaires du membre supérieur.

Étiologie

Compression : il s'agit du mécanisme principal d'atteinte du nerf interosseux antérieur. L'atteinte se situe peu après l'émergence du nerf, 5 à 8 cm en dessous de l'épicondyle médial de l'humérus, sous l'arcade du muscle fléchisseur superficiel des doigts. Ce syndrome peut être provoqué par une compression locale prolongée : sommeil, contention plâtrée, exercice physique excessif, soulèvements répétitifs de charges lourdes…

Signes cliniques

- Signes sensitifs : la douleur du tiers supérieur de l'avant-bras est fréquente, souvent par poussées de plusieurs heures, profonde, mais il n'existe aucun trouble objectif de la sensibilité, ce qui le différencie des autres atteintes du nerf médian. La douleur (85 % des cas) est de type mécanique.

- Signes moteurs : ce syndrome comporte une diminution de la force de flexion de la deuxième phalange du pouce, de l'index et du médius par atteinte du muscle fléchisseur profond des doigts et du muscle long fléchisseur du pouce. Le signe de la pince en atteste, le patient utilisant la pulpe phalangienne et non l'extrémité des doigts I et II : on voit donc apparaître une pince en forme de « bec de canard ».

Le patient ne peut réaliser un « O » par déficit de la flexion des phalanges distales. Le déficit de la pronation est plus difficile à mettre en évidence. Une atteinte partielle peut ne toucher que le fléchisseur profond des doigts.

Certaines fibres ulnaires peuvent être satellites du nerf interosseux et le syndrome se complète alors d'une atteinte des muscles intrinsèques de la main.

Examens complémentaires

- Radiographies du coude (bilatérales et comparatives) : elles permettent de rechercher une tuméfaction osseuse, notamment au niveau de l'épicondyle médial.
- L'électroneuromyogramme documente l'atteinte du nerf et permet d'écarter un diagnostic différentiel.

Traitement

Le premier traitement est l'immobilisation du coude. Un traitement chirurgical n'est indiqué que pour une compression évolutive documentée, après quatre mois de traitement médical bien conduit, mis en échec.
Les résultats fonctionnels sont le plus souvent satisfaisants.



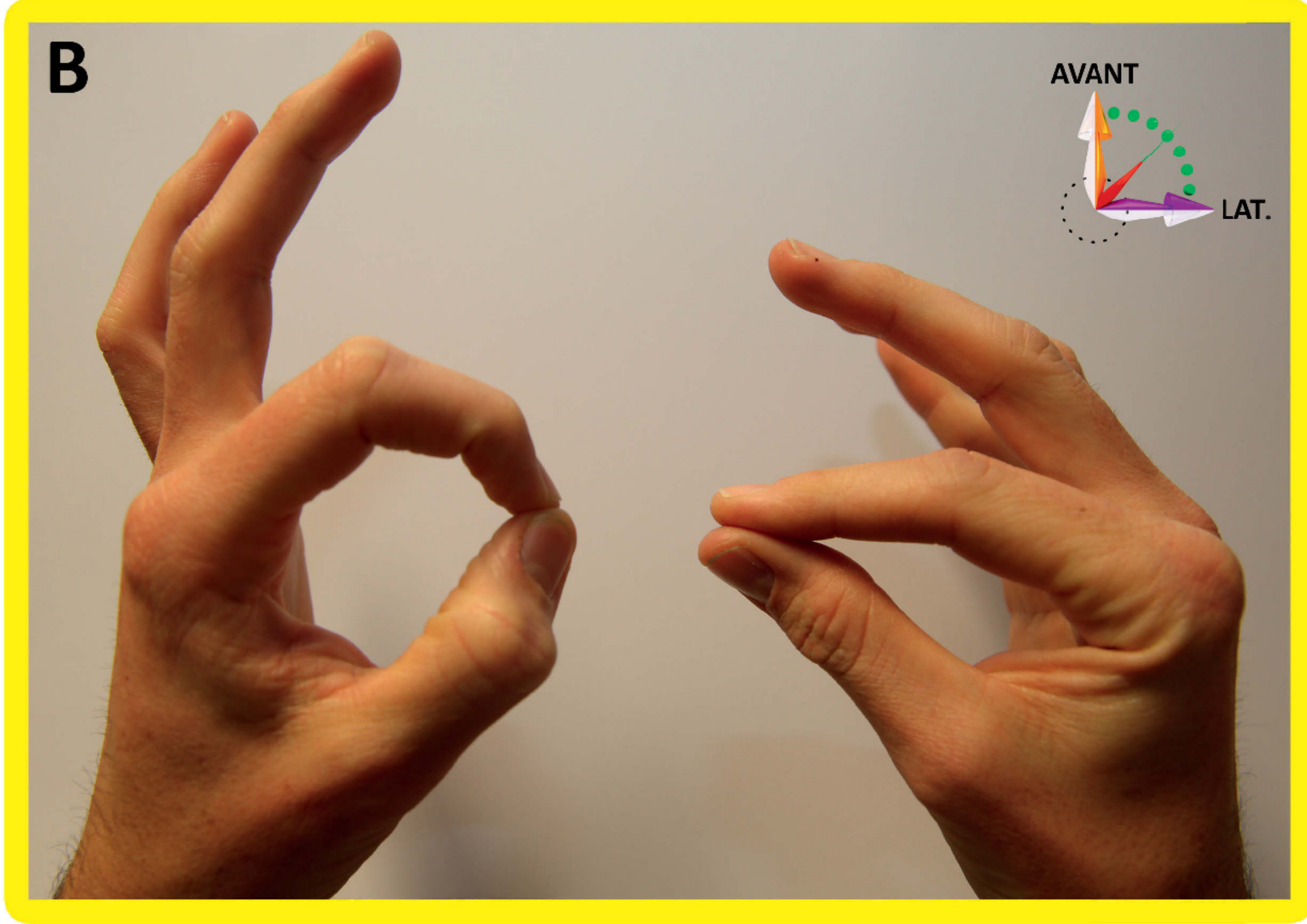


Figure M20. Pathologie du nerf médian - Paralysie du nerf interosseux antérieur gauche se traduisant cliniquement par une atteinte du fléchisseur profond de l'index et du long fléchisseur du pouce, au niveau de la main. Le patient ne parvient pas à former un « O » avec son index et son pouce droit, par impossibilité de flexion de ces doigts en crochet (atteinte des fléchisseurs).

SYNDROME DU CANAL CARPIEN

Il s'agit d'une compression du nerf médian au poignet sous le rétinaculum des fléchisseurs, dans le canal carpien. Ce syndrome peut être provoqué par des sollicitations répétées le plus souvent dans un contexte professionnel. Des causes générales potentielles ne doivent pas être ignorées :
- grossesse ;
- causes endocrinologiques : diabète, hypothyroïdie, acromégalie, hypercorticisme ;
- maladies de surcharge : amylose, etc.

Clinique

Le patient se plaint initialement de paresthésies à prédominance nocturne dans le territoire sensitif du nerf médian.
Lorsque l'atteinte du nerf est plus évoluée, une amyotrophie des muscles thénariens se développe. Un traitement chirurgical de décompression est alors recommandé.
Il est important de noter qu'une épicondylite peut être associée dans 20 % des cas.
Les deux tests cliniques classiques comprennent :
- le signe de Tinel, reproduisant les paresthésies distales à la percussion du rétinaculum ;
- le signe de Phalen, lors de la mise en hyperflexion forcée de la main sur l'avant-bras.
On peut également effectuer un test, reproduisant les paresthésies, en gonflant un brassard pneumatique, à l'avant-bras. Celui-ci est plus rarement décrit.
Enfin, notons que l'infiltration du canal carpien peut avoir un intérêt diagnostique.

Atypies anatomiques

Nombreuses, elles entraînent des atypies du syndrome clinique.
Ce sont principalement :
- un muscle long palmaire anormal avec présence de l'extrémité du corps charnu dans le canal carpien ;
- une division haute du nerf avec persistance d'une artère médiane ;
- un trajet anormal de la branche thénarienne motrice qui peut naître du côté ulnaire et traverser le rétinaculum ou son émergence dorsale ;
- une anastomose entre les nerfs médian et ulnaire.

Atypies cliniques

- La douleur peut s'étendre à l'avant-bras, franchement ascendante, pouvant atteindre le bras et même le cou, en imposant une névralgie cervico-brachiale.
- Les signes d'examen clinique peuvent être totalement absents.
- Une amyotrophie précoce des muscles thénariens peut dominer le tableau clinique.
- Les signes peuvent toucher le territoire du nerf ulnaire et même prédominer à son niveau.
- Des troubles trophiques peuvent être au premier plan, notamment la présence d'œdème, de troubles de la sudation.
- Un doigt à ressort est associé dans 20 % des cas.
- Une arthrose métacarpienne peut fausser partiellement les signes douloureux, de même qu'une ténosynovite.

La grossesse peut favoriser l'émergence d'un syndrome du canal carpien qui va souvent disparaître dans les jours suivant l'accouchement. L'infiltration est également une bonne solution permettant d'attendre la résolution des signes lors du post-partum.

Diagnostic différentiel

C'est particulièrement la variabilité dans la topographie des signes cliniques qui pourra nous amener à discuter :
- une radiculalgie quelle qu'en soit la cause, une névralgie cervico-brachiale témoignant d'une lésion radiculaire ;
- une agénésie congénitale des muscles thénariens.
La responsabilité d'une pathologie de voisinage : paralysie du cycliste, pouce du joueur de bowling, ténosynovites parfois associées au syndrome du défilé cervico-thoracique, syndromes canalaires autres : syndrome du canal de Guyon, affection du semi-lunaire.
Plus rarement seront évoquées une crise de goutte, une lèpre.

Traitement

L'infiltration, au-delà d'un intérêt diagnostique mentionné ci-dessus, peut avoir un intérêt thérapeutique, ou bien lorsque l'affection déclenchante paraît avoir une durée limitée (grossesse notamment), ou bien au décours d'une chirurgie controlatérale pour améliorer le confort du patient dans les formes bilatérales.
Le traitement chirurgical est indiqué en cas de concordance électro-clinique et d'échec de l'infiltration pour les formes très modérées ; il reste le traitement de choix pour les formes plus sévères.

Les complications post-opératoires surviennent principalement dans les six premiers mois : cicatrice adhérente, douleur parfois importante pour les prises de force, œdème local, douleur lors de l'appui du talon de la main. La complication post-opératoire la plus redoutable est fort heureusement rare. Il s'agit d'une lésion per-opératoire de la branche motrice thénarienne, surtout en cas de variation anatomique, responsable d'un déficit de flexion du pouce de la pince pouce-index.

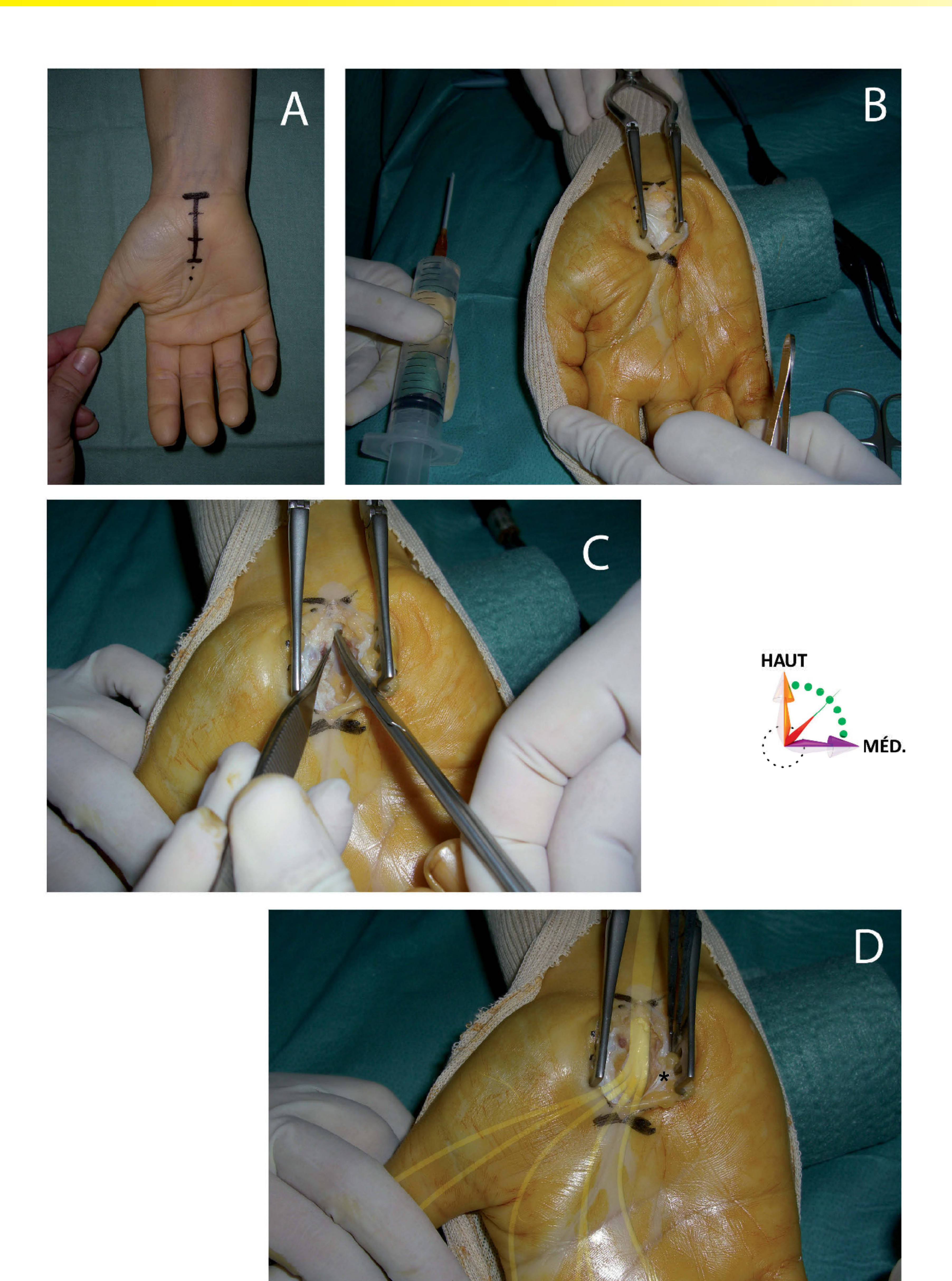


Figure M21. Syndrome du canal carpien - Décompression chirurgicale à ciel ouvert avec ouverture du rétinaculum des fléchisseurs permettant l'exposition et la libération du nerf médian (*)

Page blanche

Le nerf axillaire

Le nerf musculo-cutané

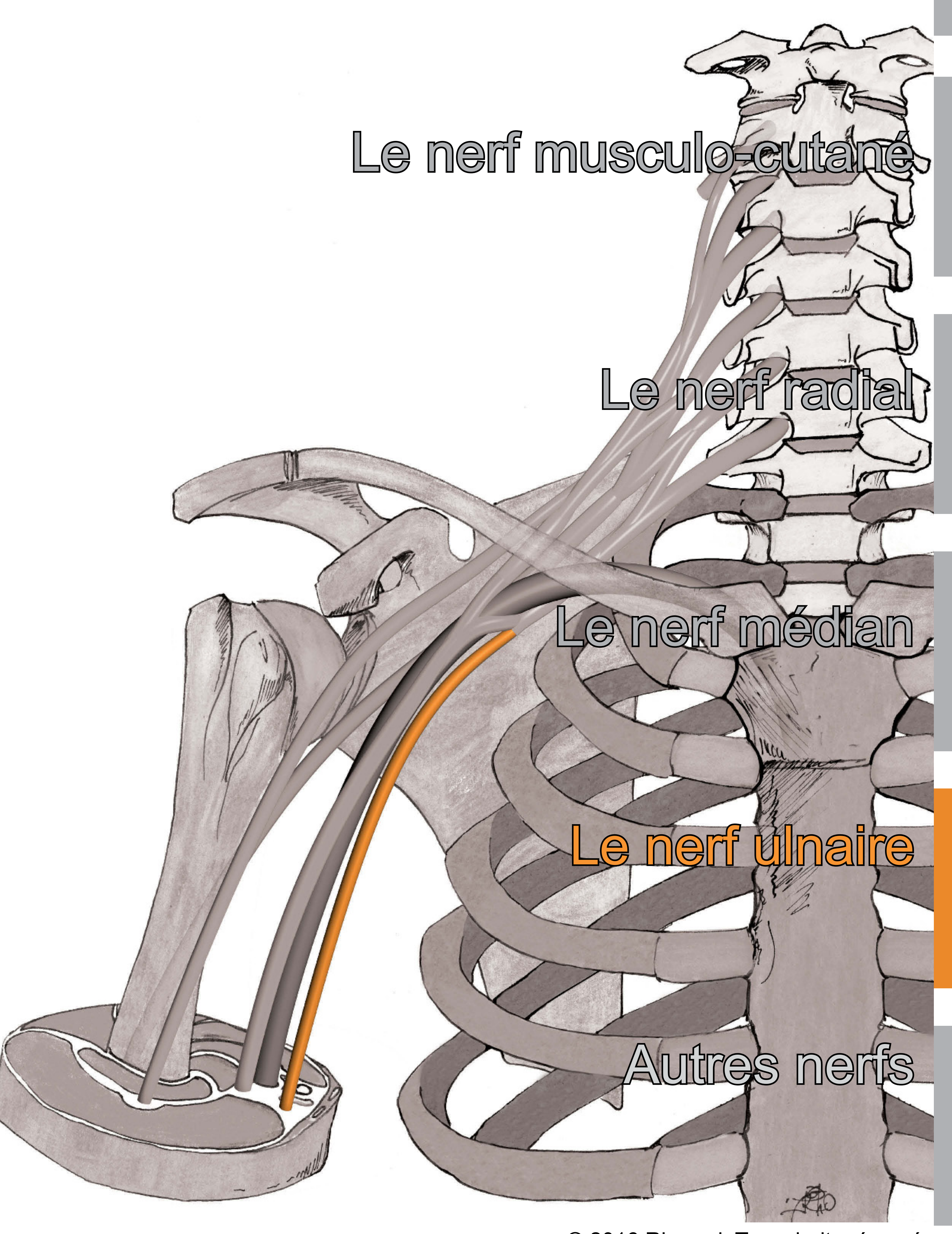
Le nerf radial

Le nerf médian

Le nerf ulnaire

Autres nerfs

U



Données morphologiques

Le nerf ulnaire est un nerf mixte provenant du tronc inférieur du plexus brachial.

ORIGINE

Il est constitué des racines C8 et T1, parfois C7 (Figures U1, U2). Celles-ci se réunissent pour former le tronc inférieur du plexus brachial. Le faisceau médial est issu de la division antérieure de ce tronc. Le nerf ulnaire est une branche terminale du faisceau médial qui donnera également la racine médiale du nerf médian et les nerfs cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras. Le faisceau médial du plexus brachial se dissocie en dedans de l'artère axillaire pour donner la racine médiale du nerf médian et le nerf ulnaire. Le nerf ulnaire répond alors latéralement et au-dessus au nerf médian dont les racines se rejoignent quelques centimètres en-dessous (Figure U3).

La veine axillaire se trouve médialement par rapport au nerf ulnaire, qui se trouve initialement entre l'artère et la veine axillaires (Vidéo 29).

TRAJET

Au niveau du bras, il se porte médialement par rapport à l'artère axillaire, puis par rapport à l'artère brachiale, et répond initialement au nerf radial et au nerf médian latéralement, au nerf cutané médial du bras médialement et à la veine axillaire. Il repose alors en arrière sur le chef long du muscle triceps brachial, et répond latéralement au muscle coraco-brachial (Figure U3).

Le nerf ulnaire reste au contact de l'artère brachiale jusqu'au tiers moyen du bras dans le canal brachial médial, puis s'en sépare en traversant la cloison intermusculaire médiale. Il se trouve alors dans la loge postérieure du bras et repose sur le chef médial du triceps brachial (Figure U4).

Au coude, il se dirige au niveau de l'épicondyle médial accompagné d'une artère collatérale ulnaire supérieure pour s'engager ensuite dans la gouttière rétro-épitrochléo-olécrânienne. Après avoir franchi cette gouttière, il passe entre les deux chefs du muscle fléchisseur ulnaire du carpe, siège fréquent de sa compression au niveau du coude (Figures U5, U6).

Au niveau de la moitié supérieure de l'avant-bras, il se situe entre le fléchisseur ulnaire du carpe et le fléchisseur profond des doigts, puis il devient alors plus superficiel pour longer le bord médial de l'artère ulnaire jusqu'au poignet (Figures U7, U8). Il décoche une branche cutanée dorsale pour la main, quelques centimètres au-dessus du poignet puis pénètre dans la main en avant du rétinaculum des fléchisseurs et en dehors de l'os pisiforme (Figure U9).

On appelle ce tunnel le canal de Guyon ou canal ulnaire dans la *Nomina Anatomica*. Les limites du canal ulnaire sont principalement constituées par une expansion du rétinaculum des fléchisseurs. Celui-ci se dédouble pour se confondre, d'une part, avec le tendon du fléchisseur ulnaire du carpe, en amont de son insertion sur le pisiforme et ainsi constituer la voûte du canal ; d'autre part, il s'épanouit en profondeur, en constituant une expansion profonde du rétinaculum, qui tapisse les os du carpe et s'insère sur le pisiforme, l'hamulus et l'hamatum. Il s'agit d'une lame quadrilatère résistante, faite de fibres transversales, plus haute en dehors qu'en dedans ; celle-ci constitue le plancher du canal. Sa limite médiale est constituée successivement par le tendon d'insertion du fléchisseur ulnaire du carpe sur le pisiforme, puis la partie proximale du tendon d'insertion du muscle abducteur du 5e doigt (Figure U9) (Vidéo 30).

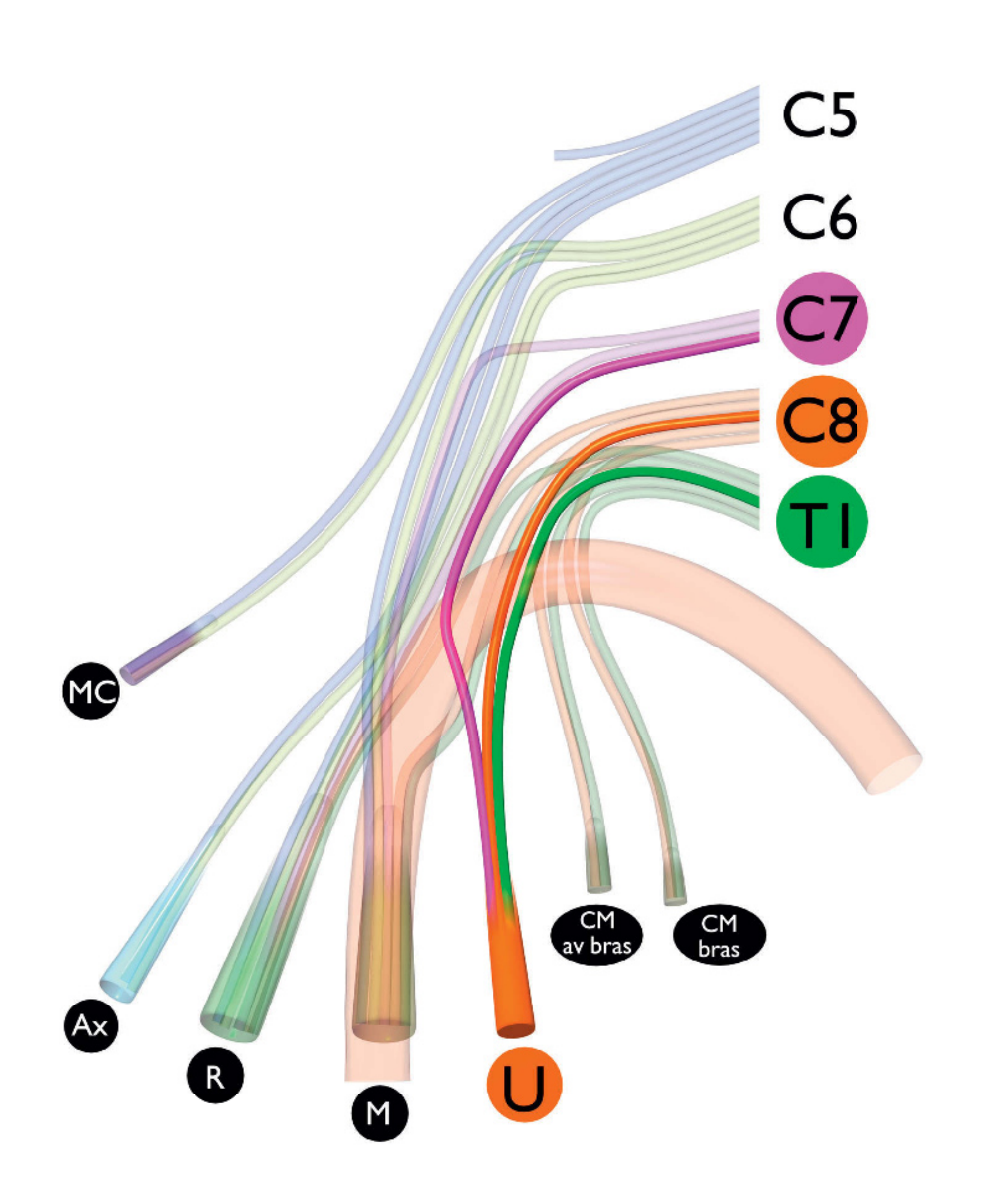


Figure U1. Origine du nerf ulnaire

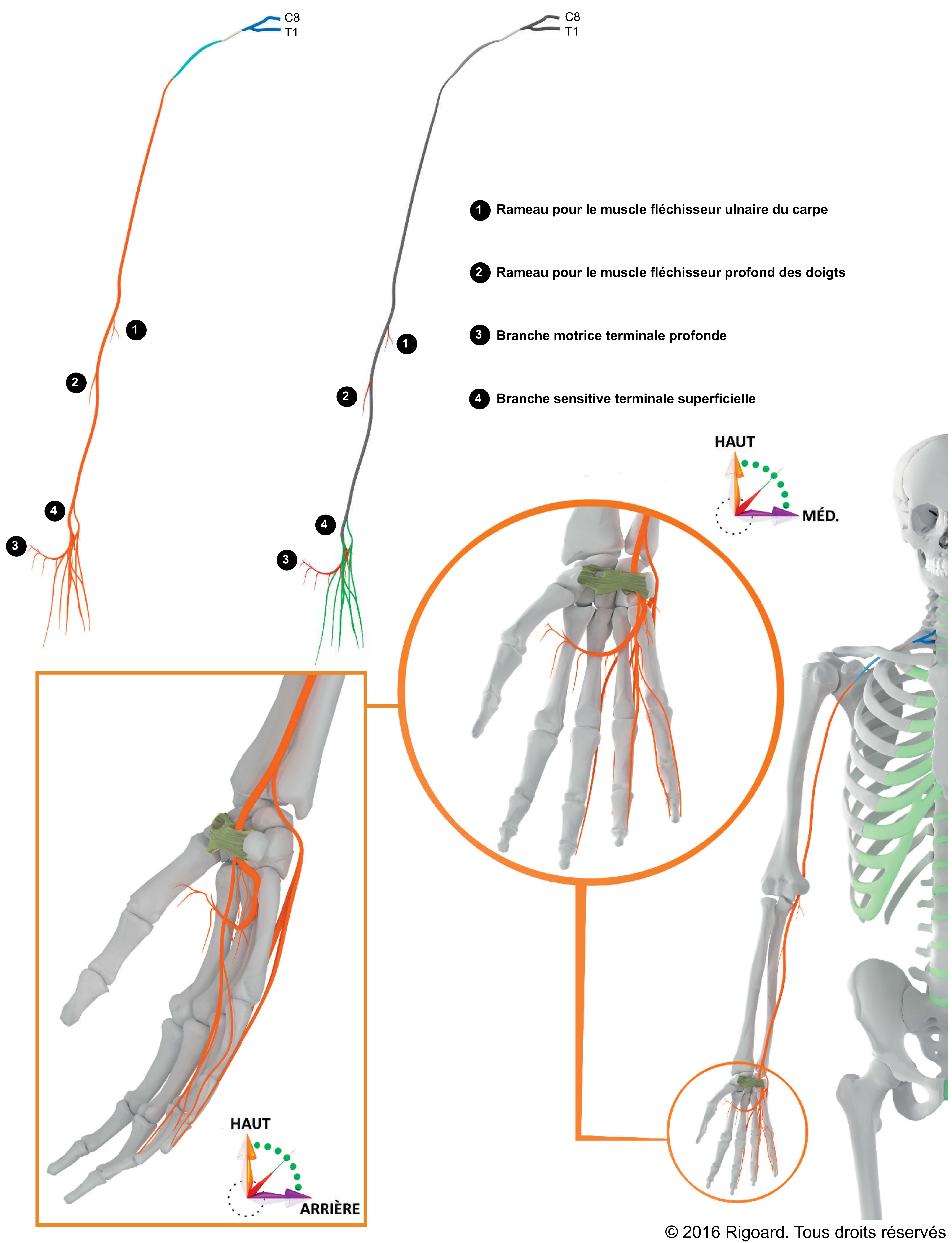


Figure U2. Distribution et rapports osseux du nerf ulnaire

Données morphologiques au bras et au coude

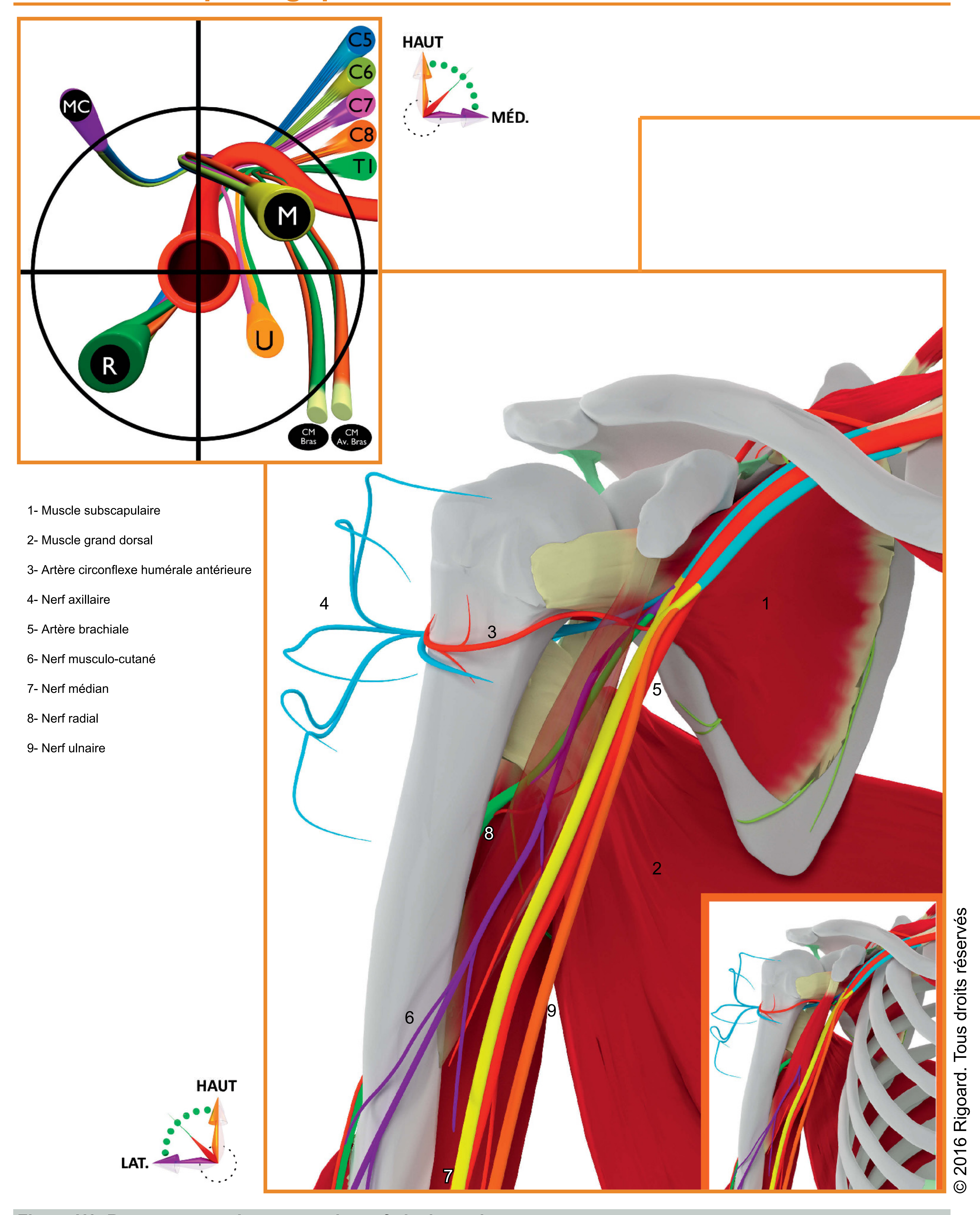
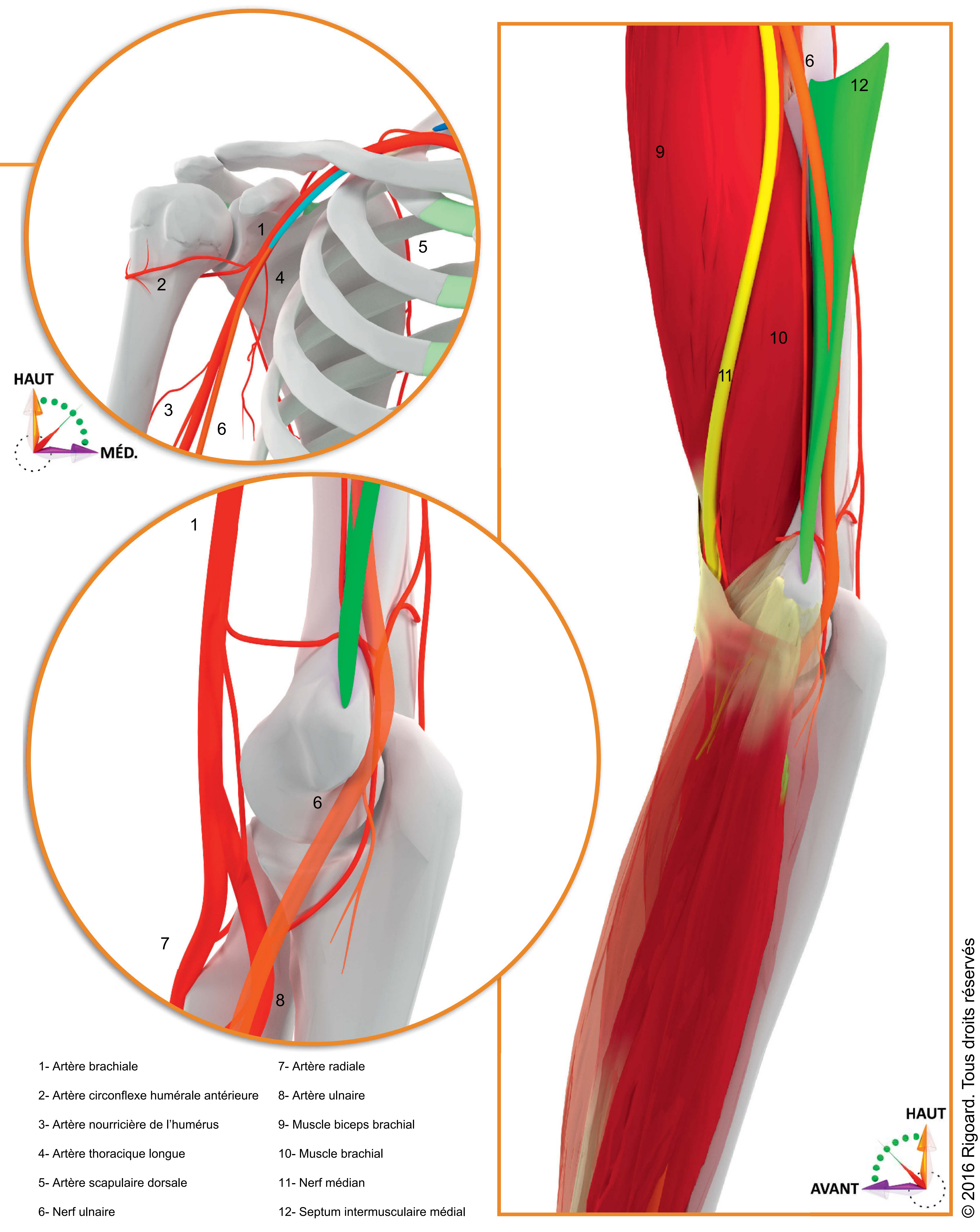


Figure U3. Rapports vasculo-nerveux du nerf ulnaire au bras



1- Artère brachiale
2- Artère circonflexe humérale antérieure
3- Artère nourricière de l'humérus
4- Artère thoracique longue
5- Artère scapulaire dorsale
6- Nerf ulnaire
7- Artère radiale
8- Artère ulnaire
9- Muscle biceps brachial
10- Muscle brachial
11- Nerf médian
12- Septum intermusculaire médial

Figure U4. Rapports vasculo-nerveux du nerf ulnaire au coude

Données morphologiques au coude

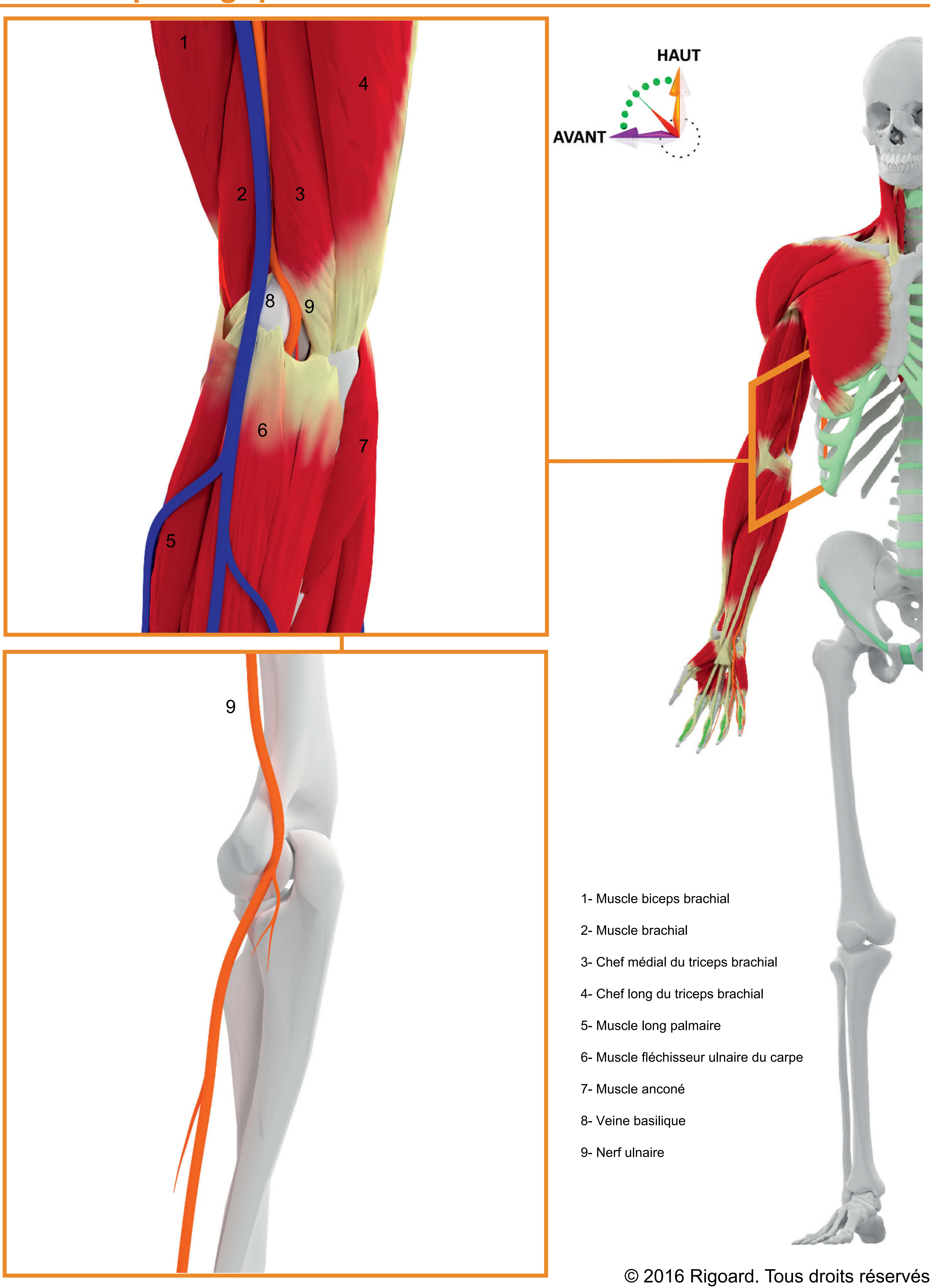


Figure U5. Rapports musculaires du nerf ulnaire au coude (vue médiale)

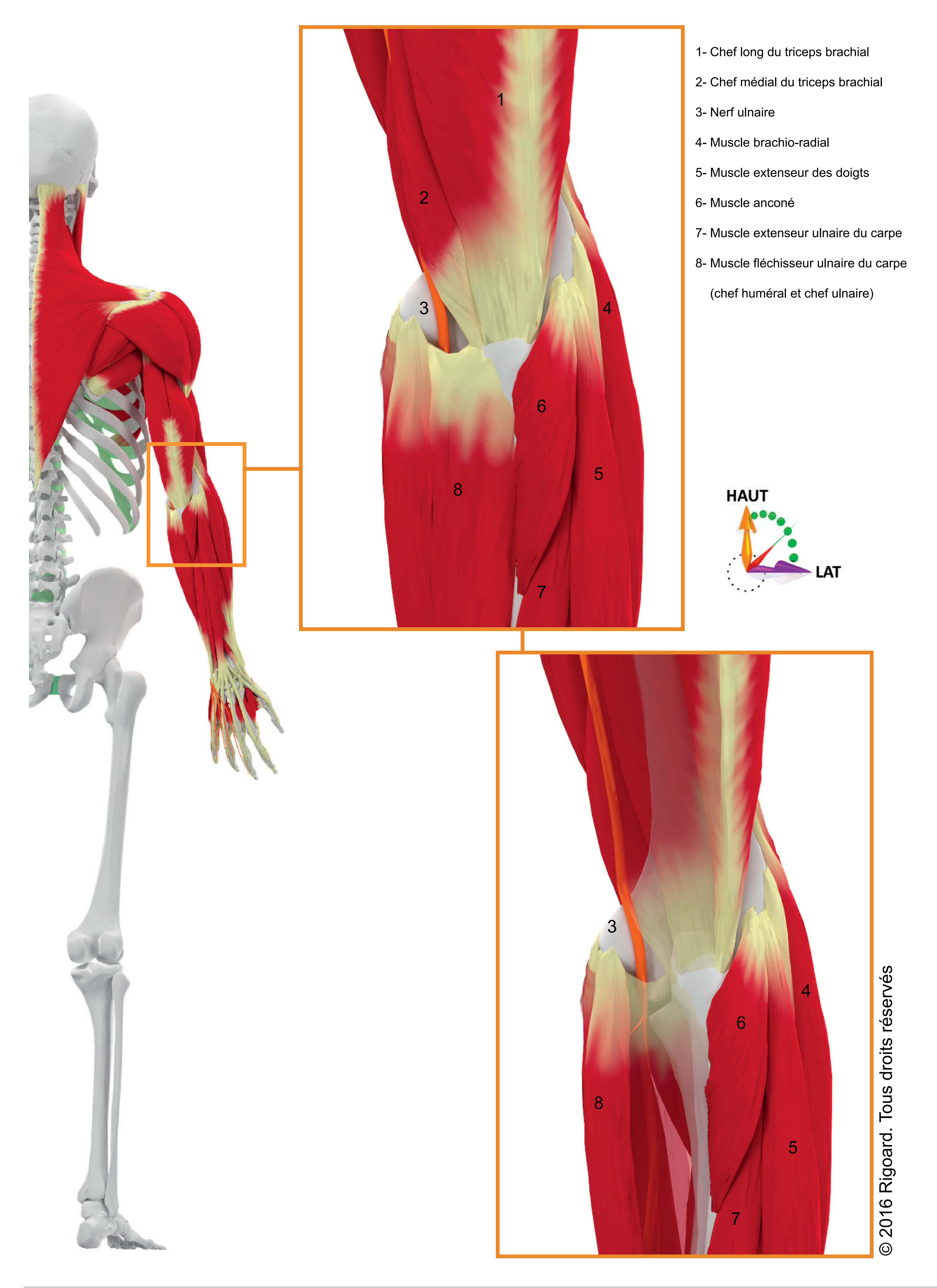


Figure U6. Rapports musculaires du nerf ulnaire au coude (vue postérieure)

Données morphologiques à l'avant-bras

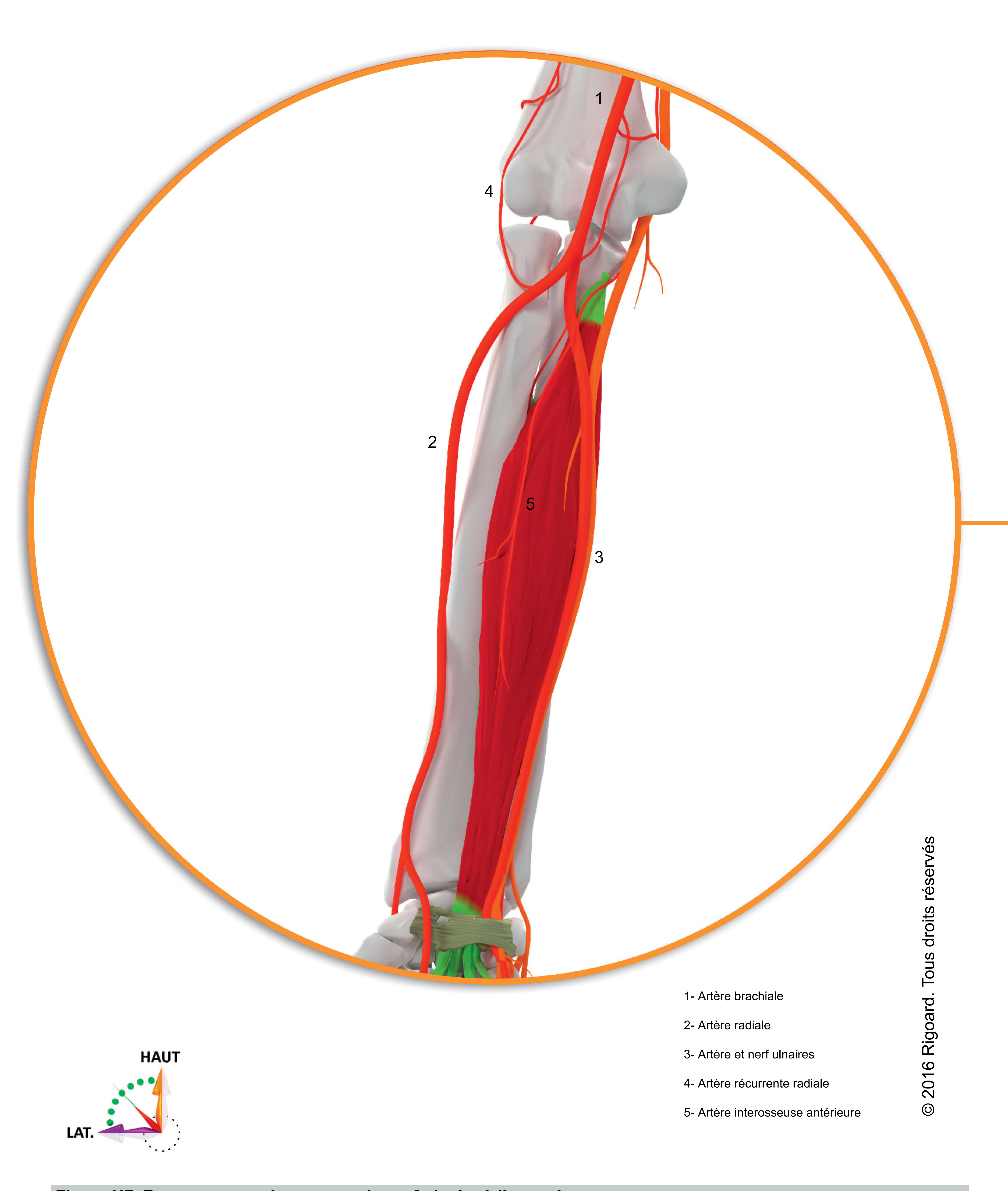


Figure U7. Rapports vasculo-nerveux du nerf ulnaire à l'avant-bras

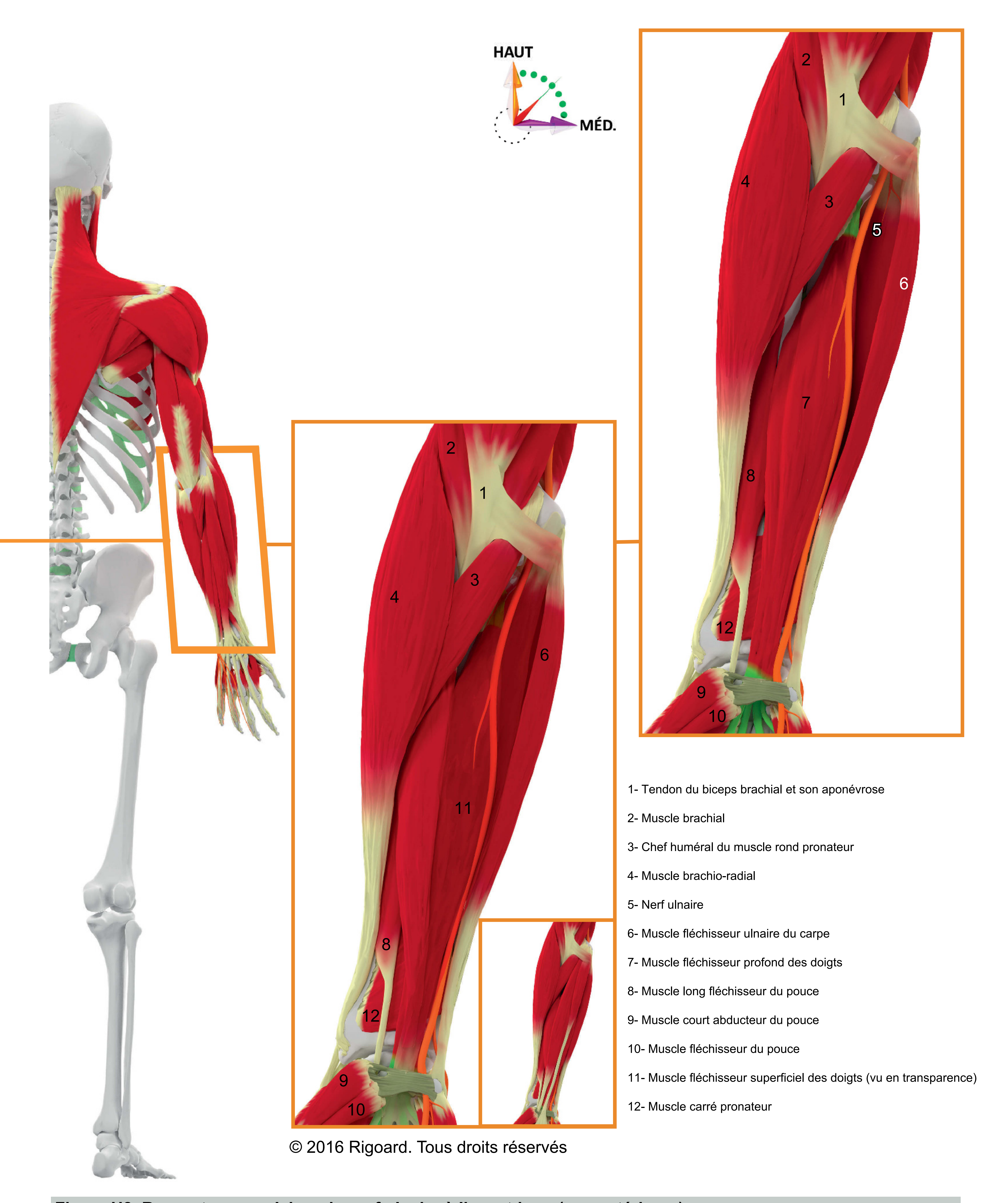
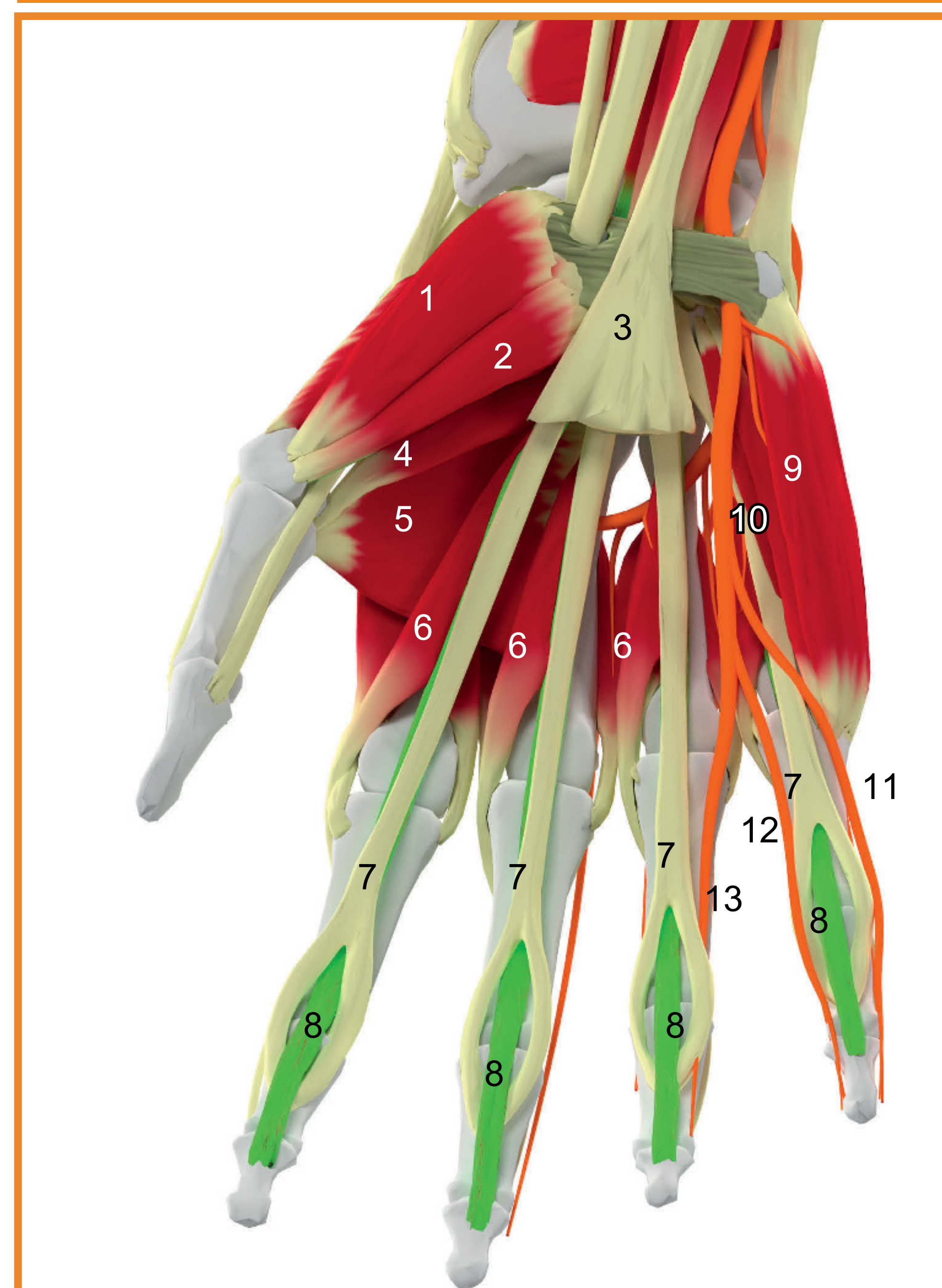


Figure U8. Rapports musculaires du nerf ulnaire à l'avant-bras (vue antérieure)

Données morphologiques à la main



1- Muscle court abducteur du pouce

2- Muscle court fléchisseur du pouce

3- Muscle long palmaire

4- Muscle adducteur du pouce (chef oblique)

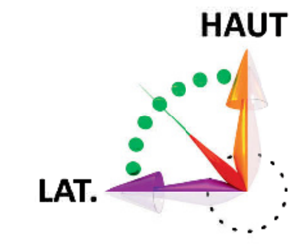
5- Muscle adducteur du pouce (chef transverse)

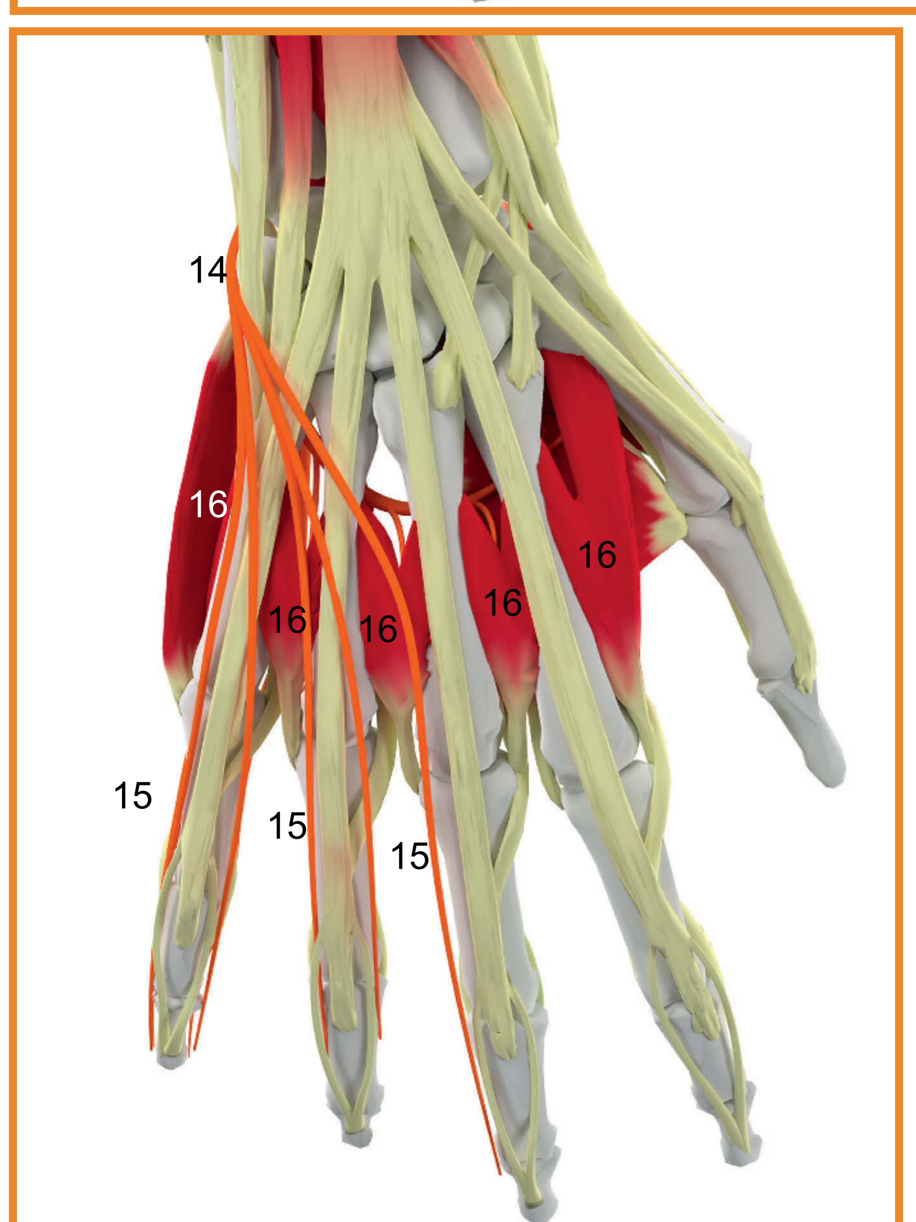
6- Muscles lombricaux

7- Tendons du muscle fléchisseur superficiel des doigts

8- Tendons du muscle fléchisseur profond des doigts

9- Muscle abducteur du petit doigt





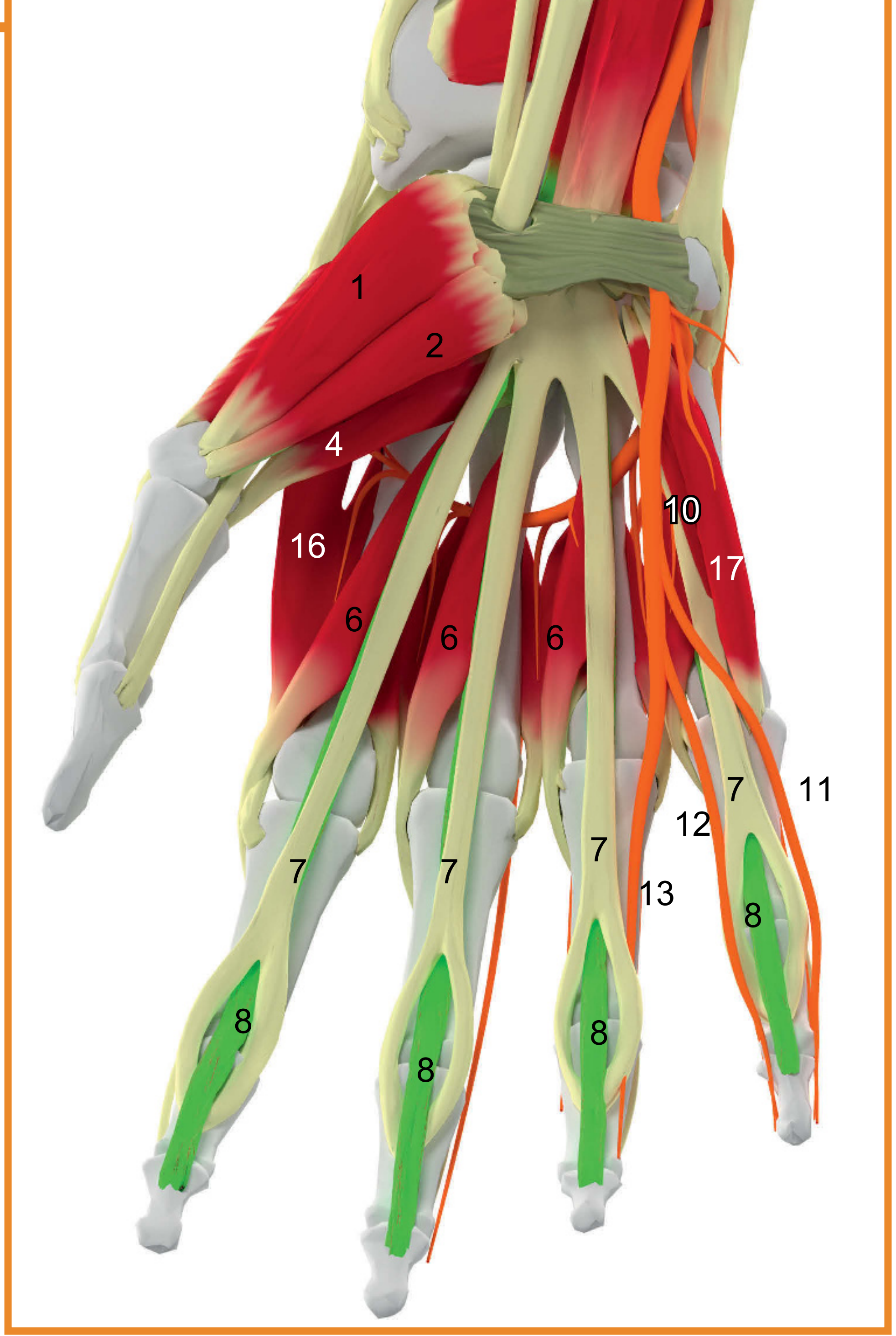
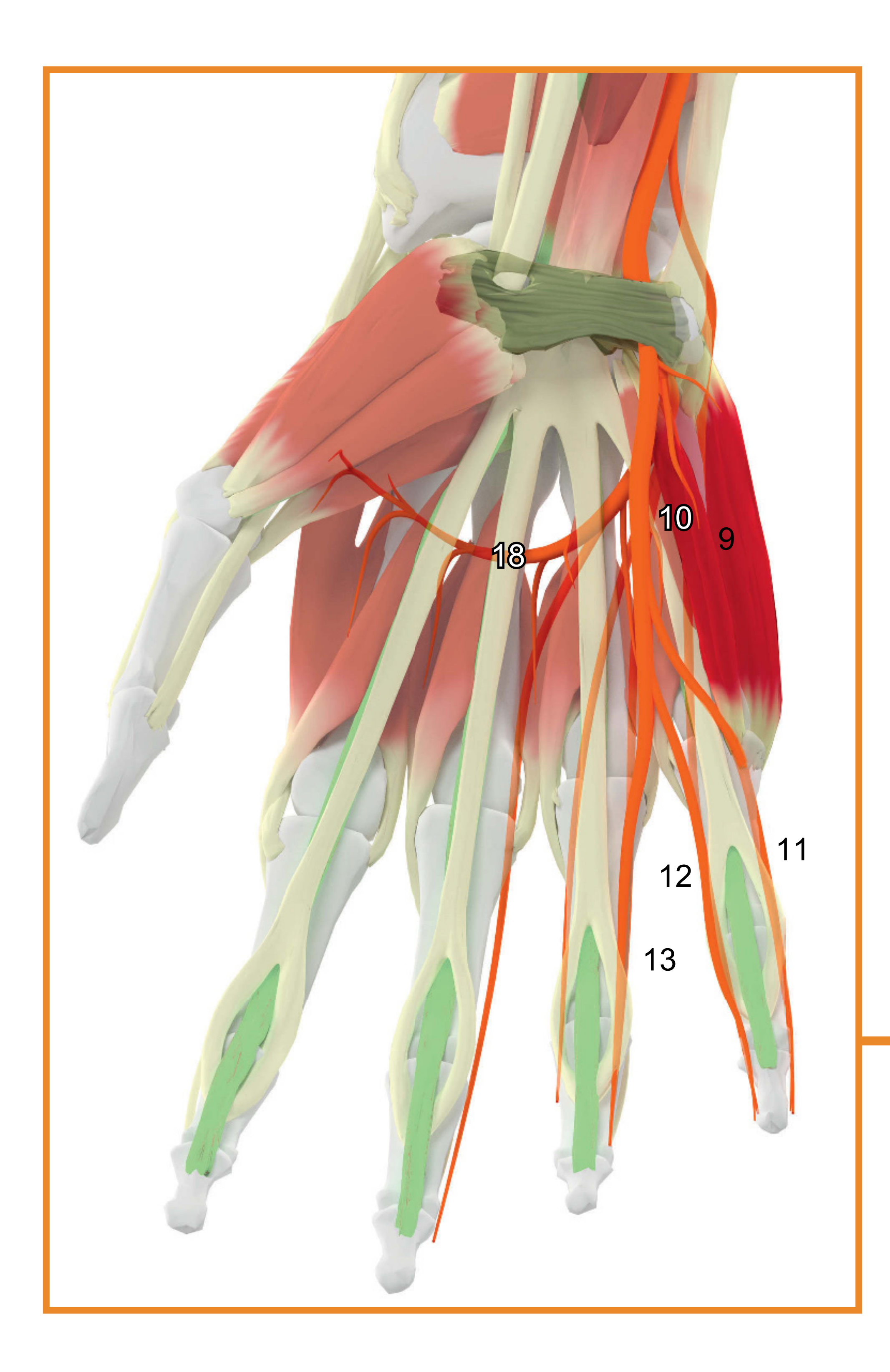


Figure U9. Rapports musculaires et distribution du nerf ulnaire à la main (branches sensitives)





10- Branche superficielle du nerf ulnaire

11- Nerf digital palmaire propre médial du petit doigt

12- Nerf digital palmaire propre latéral du petit doigt

13- Nerf digital palmaire propre médial du IV

14- Rameau dorsal du nerf ulnaire

15- Nerfs digitaux dorsaux

16- Muscles interosseux dorsaux

17- Muscle opposant du petit doigt

18- Branche profonde du nerf ulnaire

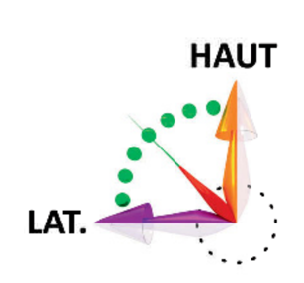


Figure U10. Rapports musculaires et distribution du nerf ulnaire à la main (branches motrices)

Données morphologiques - Synthèse

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Le nerf ulnaire répond à son origine latéralement à l'artère axillaire et médialement à la veine axillaire. À la fosse axillaire, le nerf ulnaire est croisé en avant par l'artère subscapulaire, puis il se place médialement par rapport à l'artère brachiale au bras (Figures U3, U12, U14). Dans la partie inférieure du bras, le nerf ulnaire s'est éloigné de l'artère brachiale en traversant le septum intermusculaire médial (Figure U4) et longe le trajet de l'artère collatérale ulnaire supérieure. Au coude, il s'éloigne de cette artère et se place en arrière de la veine basilique. À l'avant-bras, le nerf ulnaire se place à la face médiale de l'artère ulnaire jusqu'au canal ulnaire (Figures U7, U13, U15) (Vidéo 31).

BRANCHES COLLATÉRALES

Notons que le nerf ulnaire, contrairement aux nerfs musculo-cutané, médian et radial, ne donne aucune branche collatérale au niveau du bras.
Ses branches collatérales naissent dès le niveau du coude, avec (Figure U2) :
- des rameaux articulaires ;
- une branche pour l'artère ulnaire ;
- des rameaux musculaires à l'avant-bras pour les muscles fléchisseur ulnaire du carpe et fléchisseur profond des doigts pour sa portion médiale ;
- des branches sensitives pour la face dorsale de la main, à partir d'une branche principale qui se détache au tiers inférieur de l'avant-bras ainsi qu'un rameau palmaire pour l'éminence hypothénar (Vidéo 32).

BRANCHES TERMINALES

Le nerf ulnaire se divise en deux branches terminales, une superficielle et une profonde, au niveau du poignet.
La branche superficielle est sensitive et donnera les nerfs cutanés collatéraux palmaires médial du doigt V, latéral du doigt V et médial du doigt IV. Ces deux derniers forment les nerfs digitaux du IVe espace interdigital.
La branche profonde est motrice et destinée aux muscles interosseux dorsaux et palmaires de la main et aux 3e et 4e lombricaux, elle innerve également les muscles abducteur, opposant et court fléchisseur du 5e doigt, adducteur et chef profond du court fléchisseur du 1er doigt, ainsi que l'arcade palmaire profonde. Cette branche s'enfonce dès son origine sous l'arcade pisi-hamulienne, chemine entre l'abducteur et l'opposant du 5e doigt, puis adopte un trajet transversal à la face profonde des tendons des muscles fléchisseurs des doigts, sous les lombricaux, mais à la face dorsale des muscles interosseux (Figures U9, U10) (Vidéo 33).

FONCTION MOTRICE

Son innervation motrice comprend le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et la moitié ulnaire du fléchisseur profond des doigts. Il innerve également l'ensemble des muscles intrinsèques de la main à l'exception des premier et deuxième lombricaux, du court abducteur du pouce et de son opposant. Enfin, le court fléchisseur du pouce est innervé de façon mixte par le nerf médian et ulnaire dans des proportions variables.
Le nerf ulnaire assure donc la fonction d'adduction de la main, partiellement la flexion des doigts sur la main. Il permet enfin les mouvements de préhension et d'écartements des doigts (Figure U11) (Vidéo 34).

FONCTION SENSITIVE

Le territoire sensitif cutané du nerf ulnaire correspond à la partie ulnaire de la paume de la main, en dehors de l'axe de l'annulaire. Cette répartition de l'innervation de la face palmaire, entre le nerf médian et le nerf ulnaire, peut varier selon 4 types principaux, décrits en 1988 par Ferrari. La face dorsale de la main comprend l'intégralité du 5e doigt, la phalange proximale, les moitiés médiales des phalanges moyenne et distale du 4e doigt et la moitié médiale de la phalange proximale du 3e doigt selon une ligne partageant la face dorsale de la main en deux (Figure U11) (Vidéo 35).

ANASTOMOSES

Il s'anastomose avec :
- le nerf cutané médial du bras ;
- le nerf radial à la face dorsale de la main ;
- et à plusieurs reprises, le nerf médian : une branche superficielle entre les 3e et 4e nerfs digitaux palmaires communs (passant soit au-dessus, soit au-dessous de l'arcade palmaire superficielle), une branche profonde traversant le muscle court fléchisseur du I (l'anastomose de Riche et Cannieu). Une autre branche anastomotique avec le nerf médian est fréquemment décrite mais retrouvée à une fréquence variable : l'anastomose de Martin-Grüber. Elle s'identifie généralement à l'avant-bras, ou peu après le canal ulnaire.
Ces anastomoses sont importantes à connaître, notamment pour les implications qui en découlent dans les chirurgies de reconstruction de ce nerf.

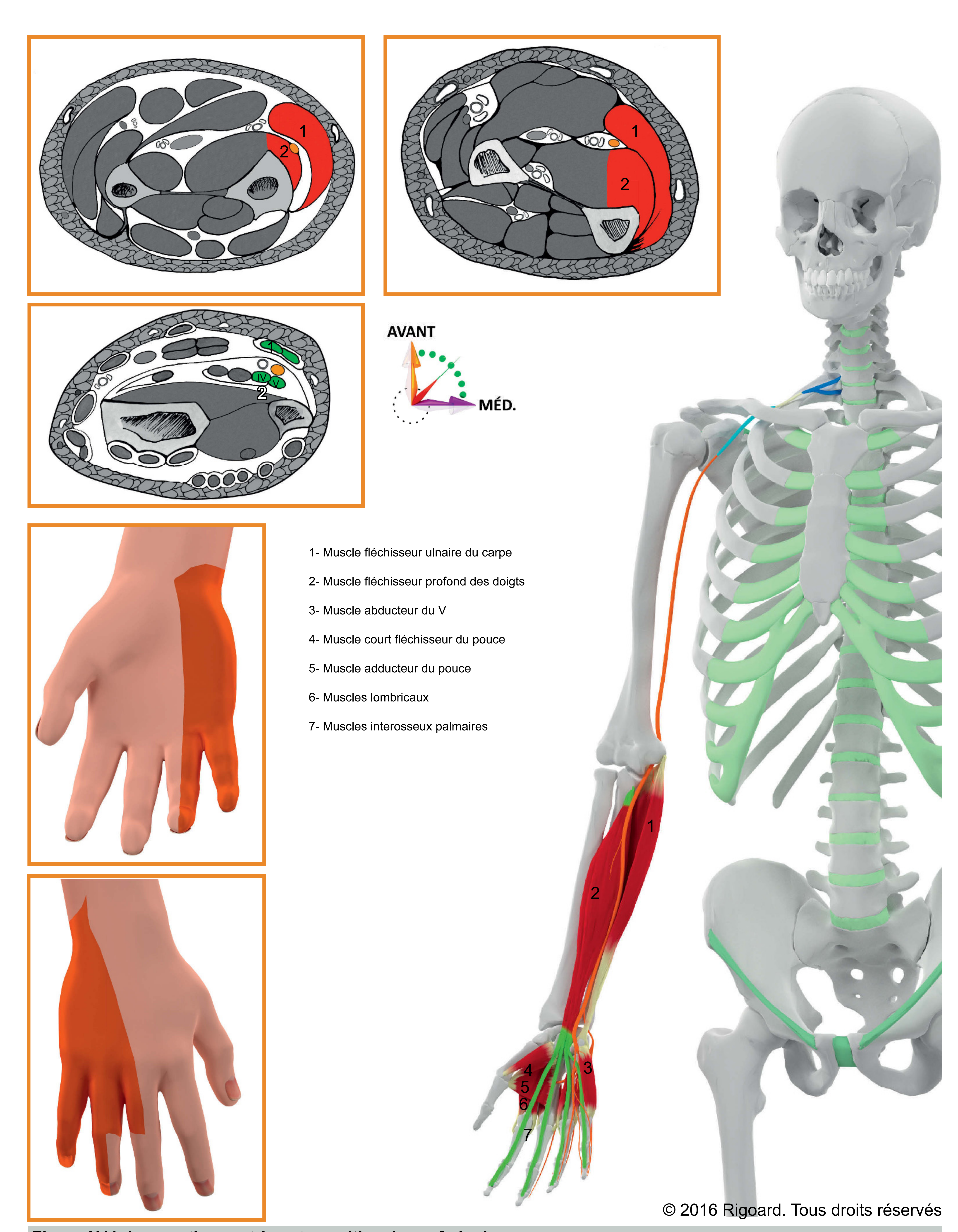
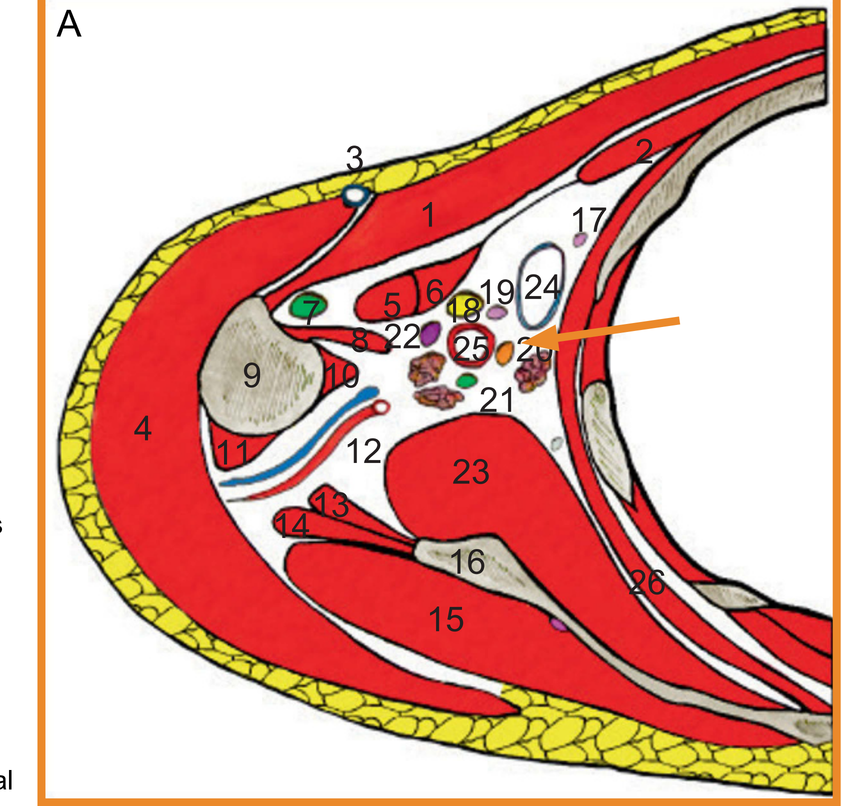
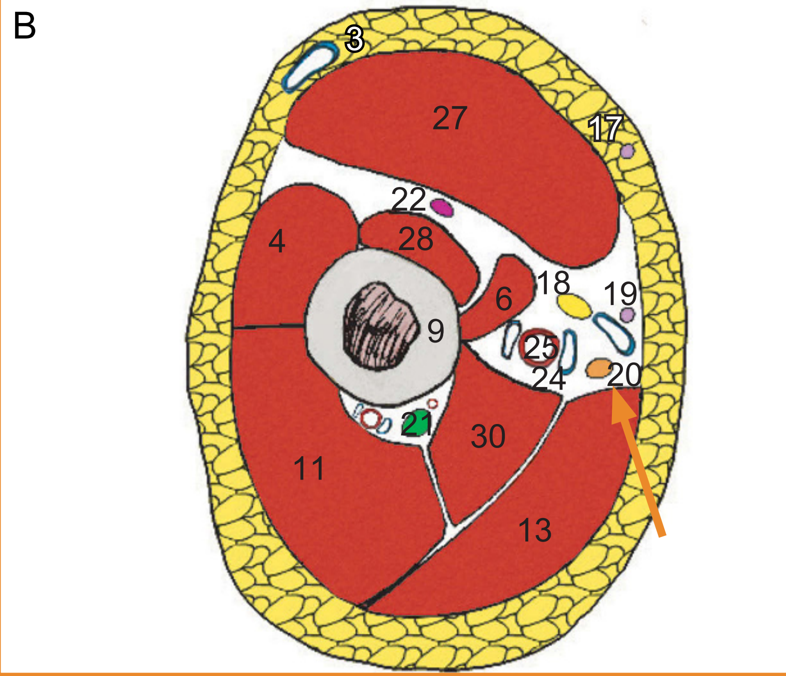


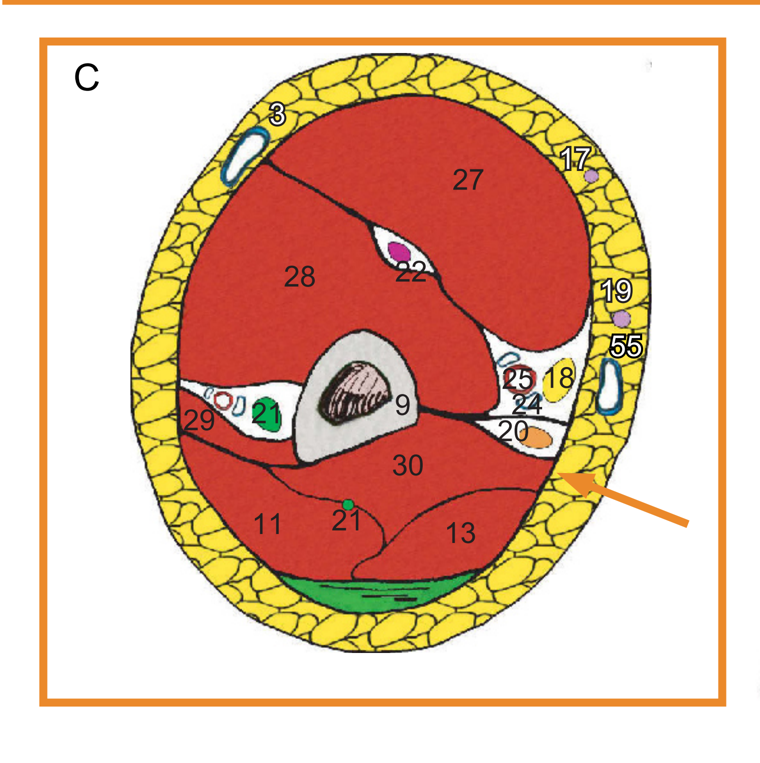
Figure U11. Innervation motrice et sensitive du nerf ulnaire

Données morphologiques - Coupes

1- Muscle grand pectoral
2- Muscle petit pectoral
3- Veine céphalique
4- Muscle deltoïde
5- Chef court du muscle biceps
6- Muscle coraco-brachial
7- Tendon du chef long du muscle biceps
8- Muscle grand dorsal
9- Humérus
10- Muscle grand rond
11- Chef latéral du muscle triceps brachial
12- Artère et nerf axillaire
13- Chef long du muscle triceps brachial
14- Muscle petit rond
15- Muscle infra-épineux
16- Scapula
17- Nerf cutané médial du bras
18- Nerf médian
19- Nerf cutané médial de l'avant-bras
20- Nerf ulnaire
21- Nerf radial
22- Nerf musculo-cutané
23- Muscle subscapulaire
24- Veine brachiale
25- Artère brachiale
26- Muscle dentelé antérieur
27- Muscle biceps brachial
28- Muscle brachial
29- Muscle brachio-radial







AVANT

MÉD.

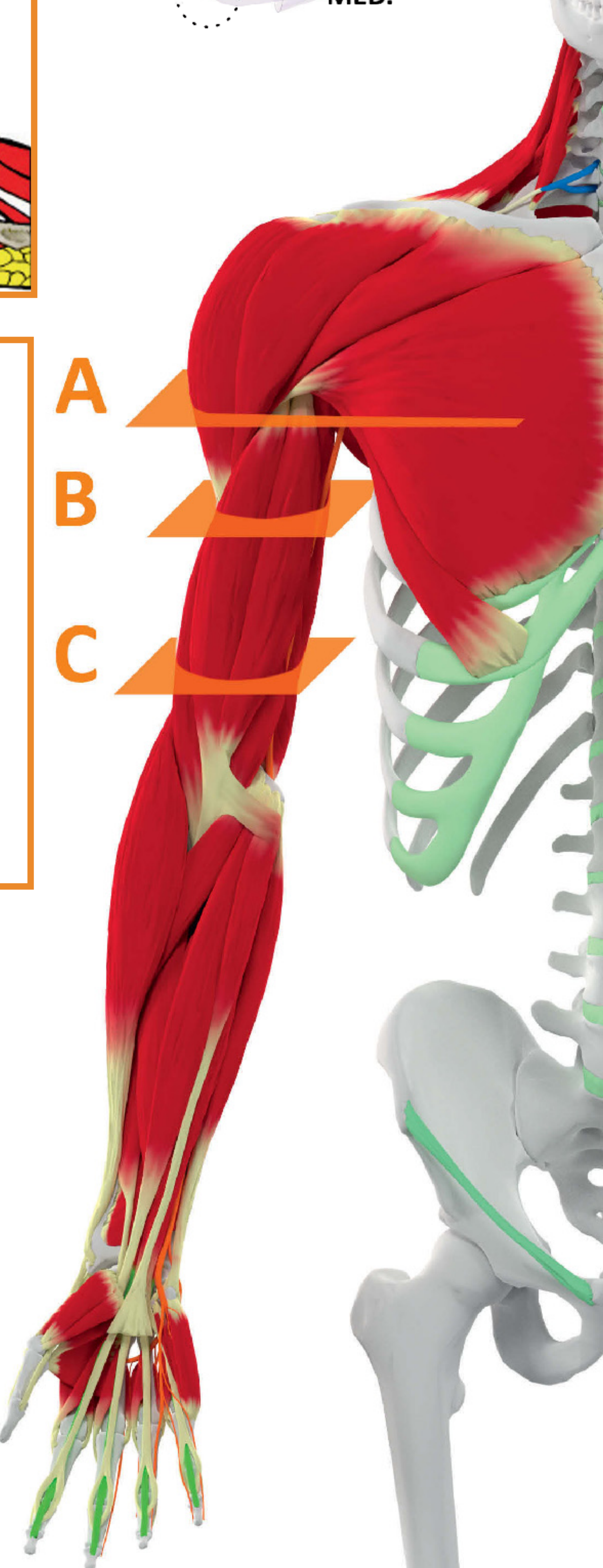
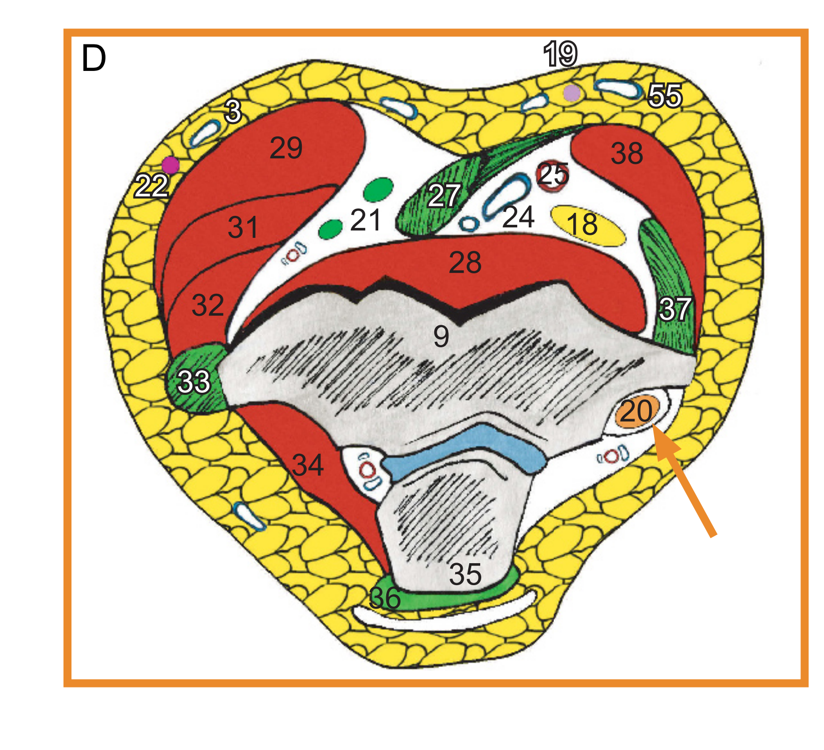
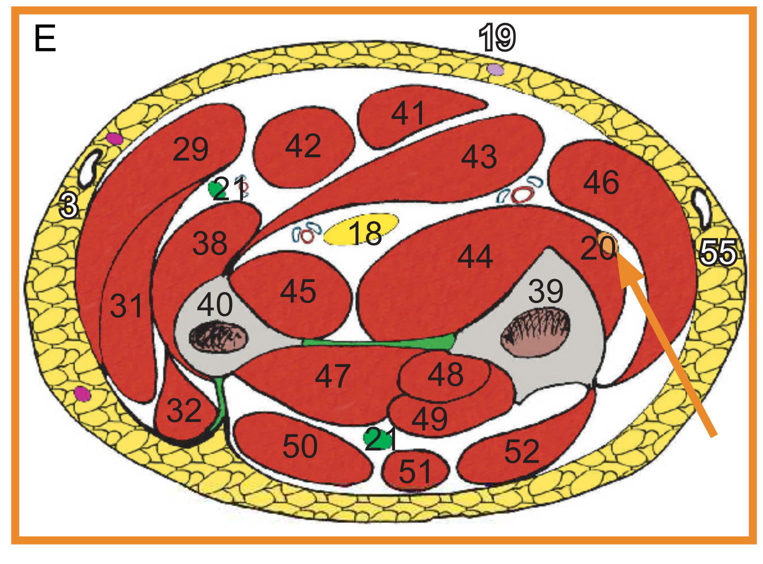
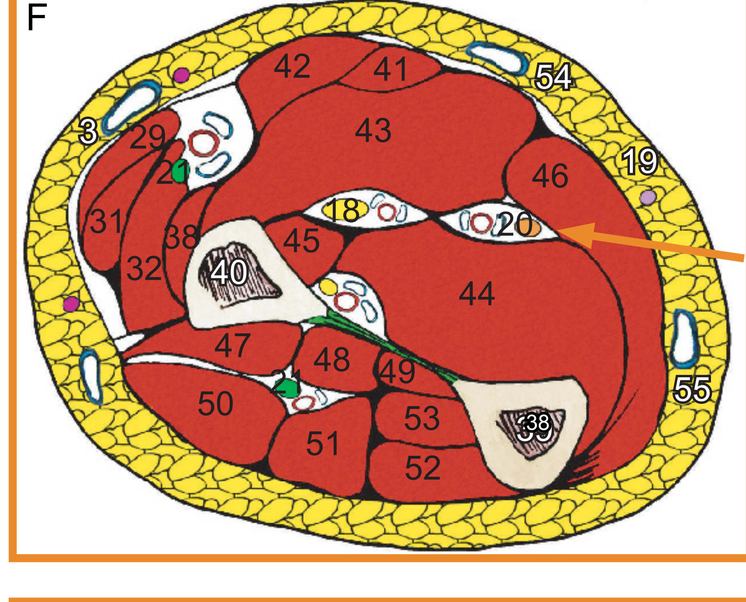


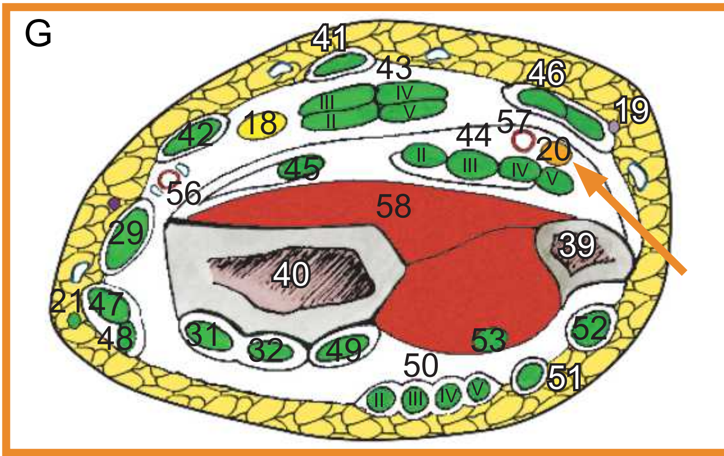
Figure U12. Rapports du nerf ulnaire au bras, en coupes axiales

30- Chef médial du muscle triceps brachial
31- Muscle long extenseur radial du carpe
32- Muscle court extenseur radial du carpe
33- Tendon des épicondyliens
34- Muscle anconé
35- Olécrâne
36- Tendon du muscle triceps brachial
37- Tendon des épitrochléens
38- Muscle rond pronateur
39- Ulna
40- Radius
41- Muscle long palmaire
42- Muscle fléchisseur radial du carpe
43- Muscle fléchisseur superficiel des doigts
44- Muscle fléchisseur profond des doigts
45- Muscle long fléchisseur du pouce
46- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe
47- Muscle long abducteur du pouce
48- Muscle court extenseur du pouce
49- Muscle long extenseur du pouce
50- Muscle extenseur des doigts
51- Muscle extenseur du petit doigt
52- Muscle extenseur ulnaire du carpe
53- Muscle extenseur de l'index
54- Veine médiane de l'avant-bras
55- Veine basilique
56- Artère et veine radiales
57- Artère et veine ulnaires
58- Muscle carré pronateur









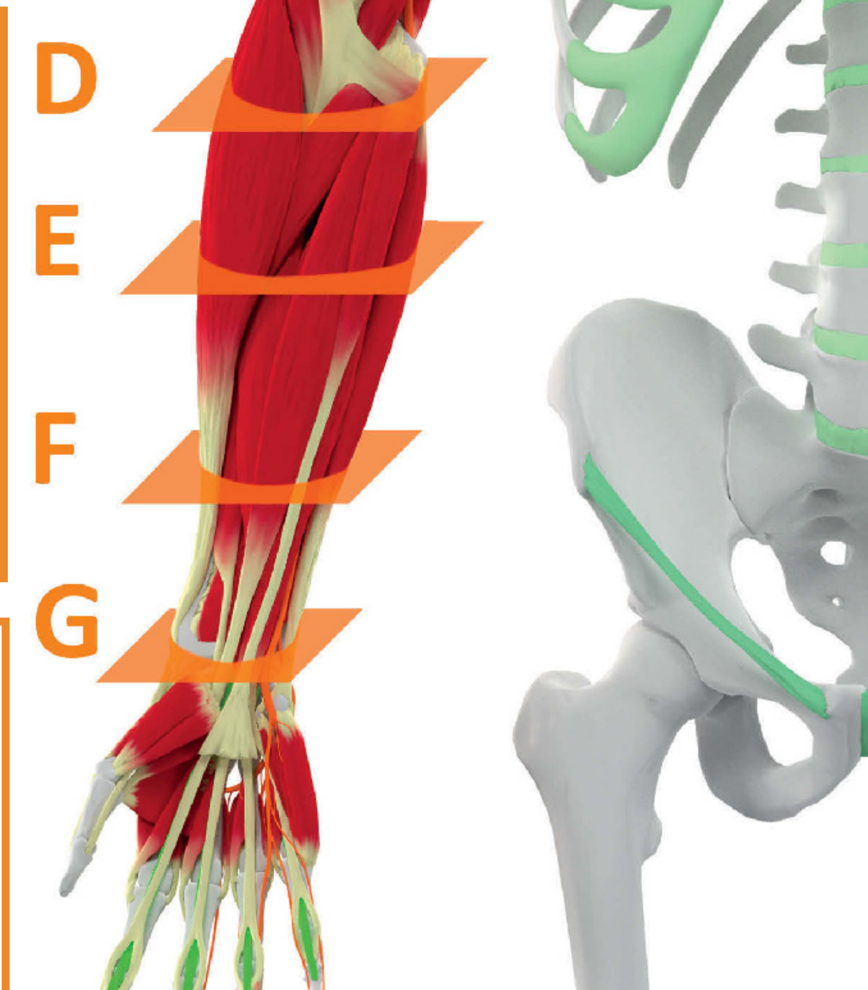
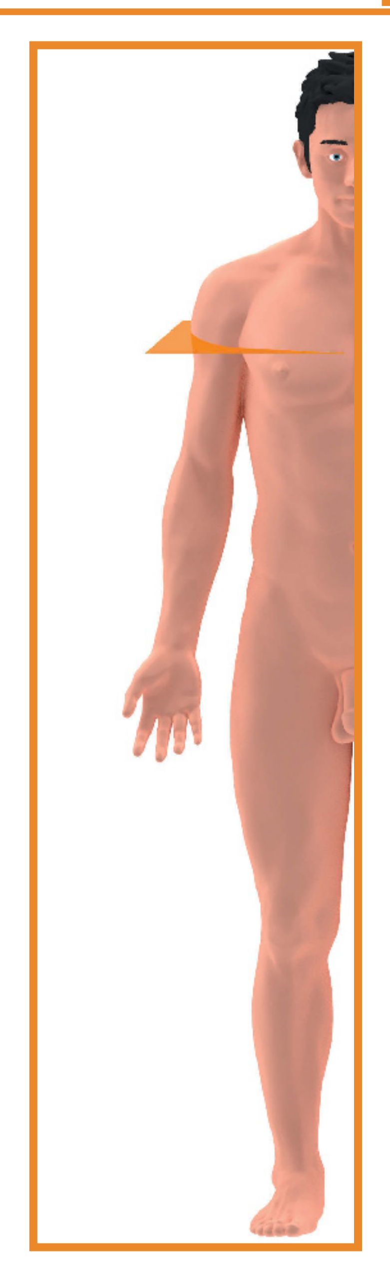
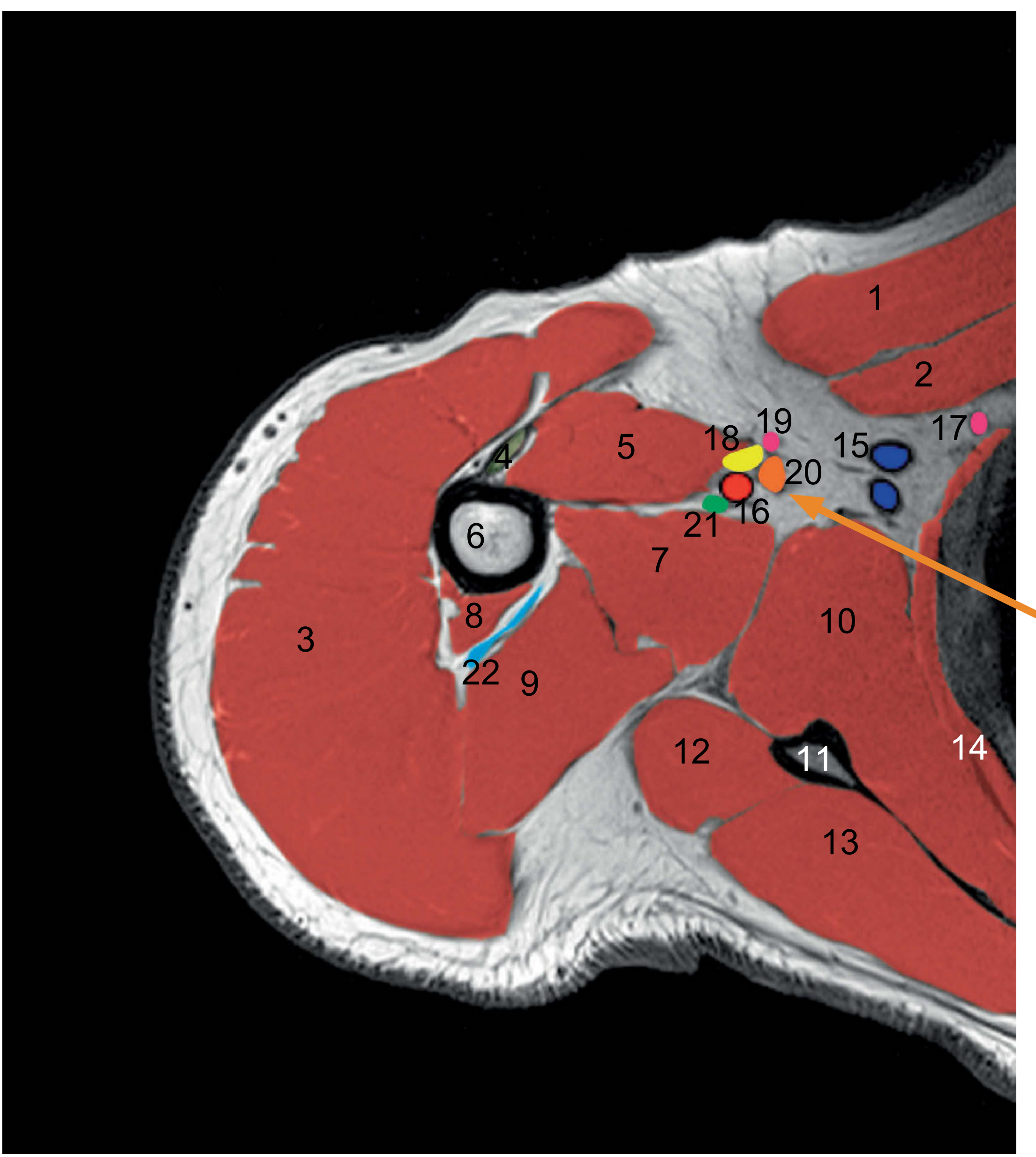


Figure U13. Rapports du nerf ulnaire au coude et à l'avant-bras, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM

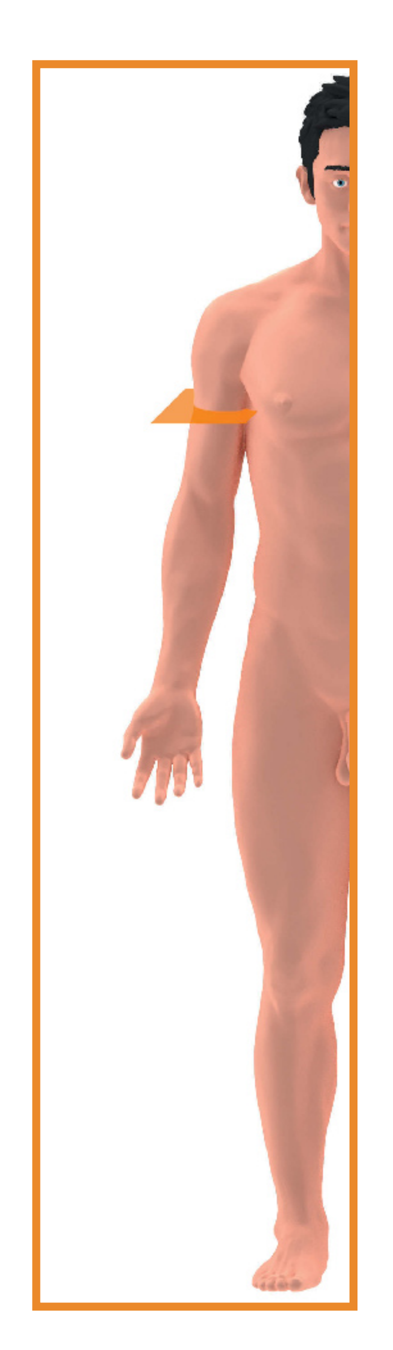


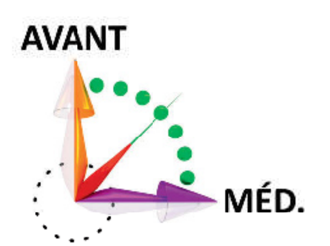


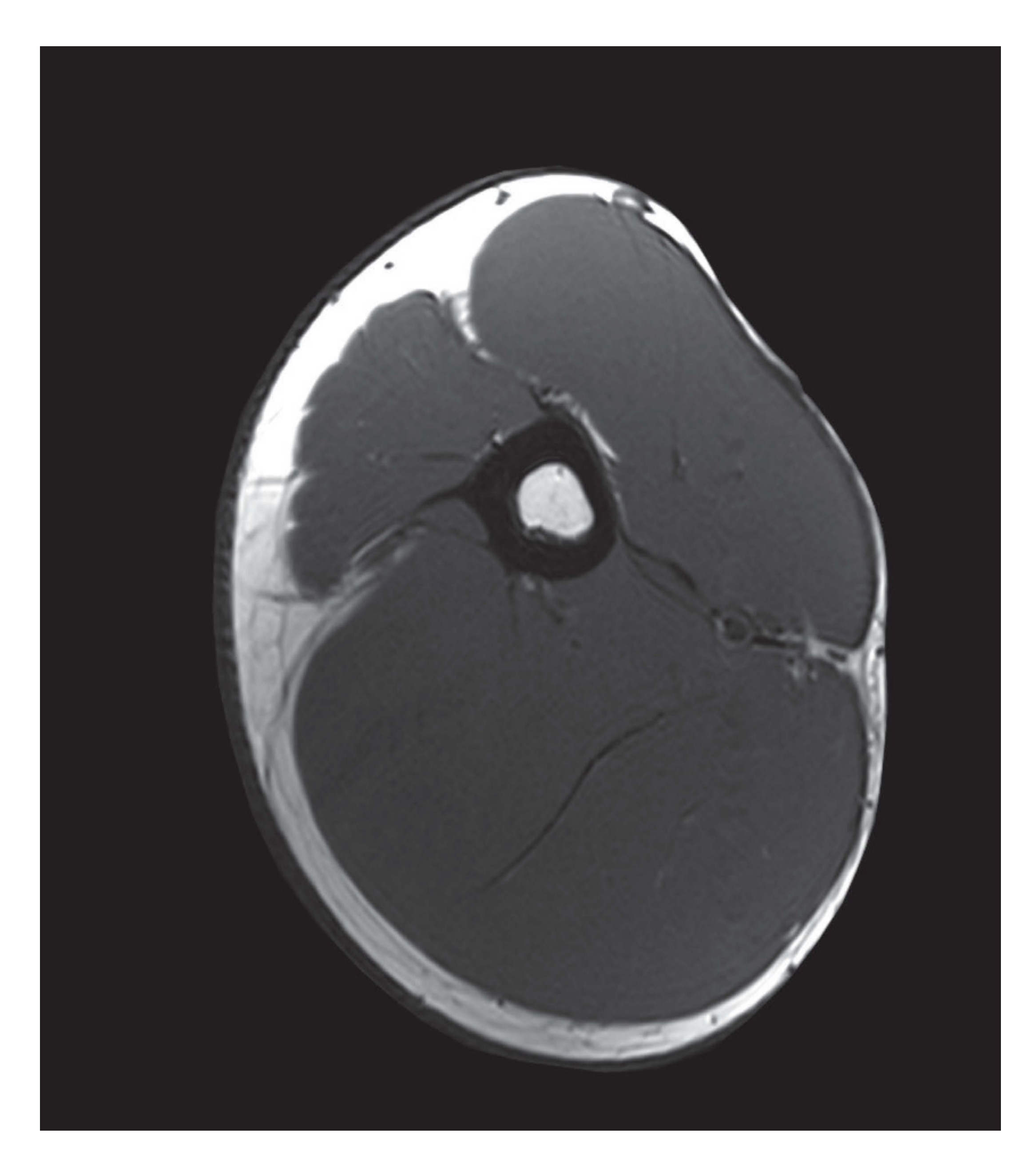


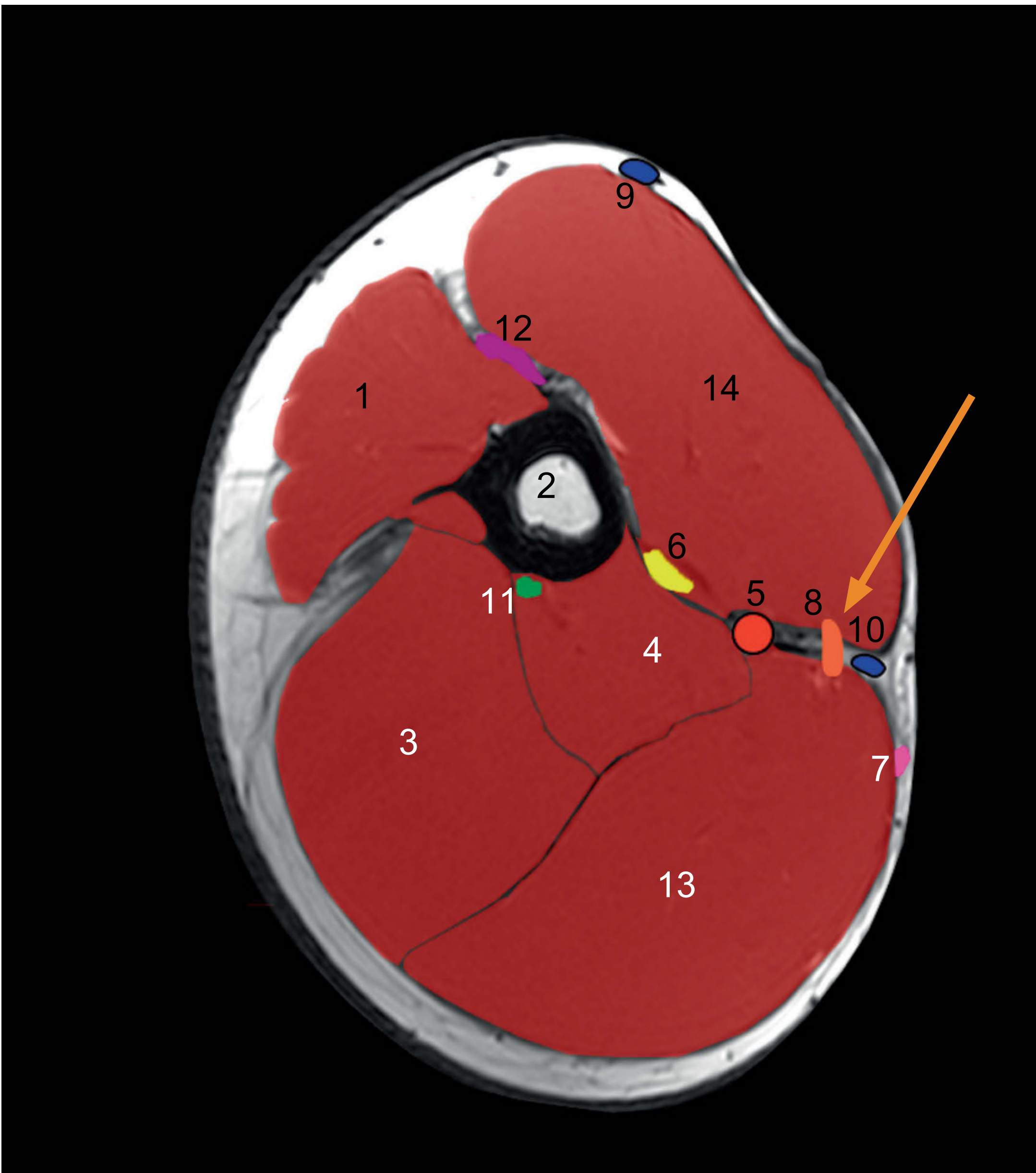
1- Muscle grand pectoral
2- Muscle petit pectoral
3- Muscle deltoïde
4- Chef long du muscle biceps brachial
5- Muscle grand dorsal
6- Humérus
7- Muscle grand rond
8- Chef latéral du muscle triceps
9- Chef médial du muscle triceps
10- Muscle subscapulaire
11- Scapula
12- Muscle petit rond
13- Muscle infra-épineux
14- Muscle dentelé antérieur
15- Veine brachiale
16- Artère brachiale
17- Nerf cutané médial du bras
18- Nerf médian
19- Nerf cutané médial de l'avant-bras
20- Nerf ulnaire
21- Nerf radial
22- Nerf axillaire

Figure U14. Coupes IRM à l'épaule passant par le nerf ulnaire









1- Muscle deltoïde

2- Humérus

3- Chef latéral du muscle triceps

4- Chef médial du muscle triceps

5- Artère brachiale

6- Nerf médian

7- Nerf cutané médial de l'avant-bras

8- Nerf ulnaire

9- Veine céphalique

10- Veine basilique

11- Nerf radial

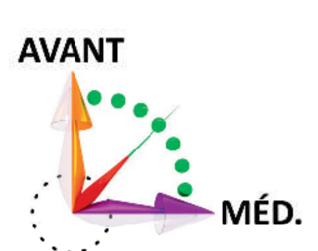
12- Nerf musculo-cutané

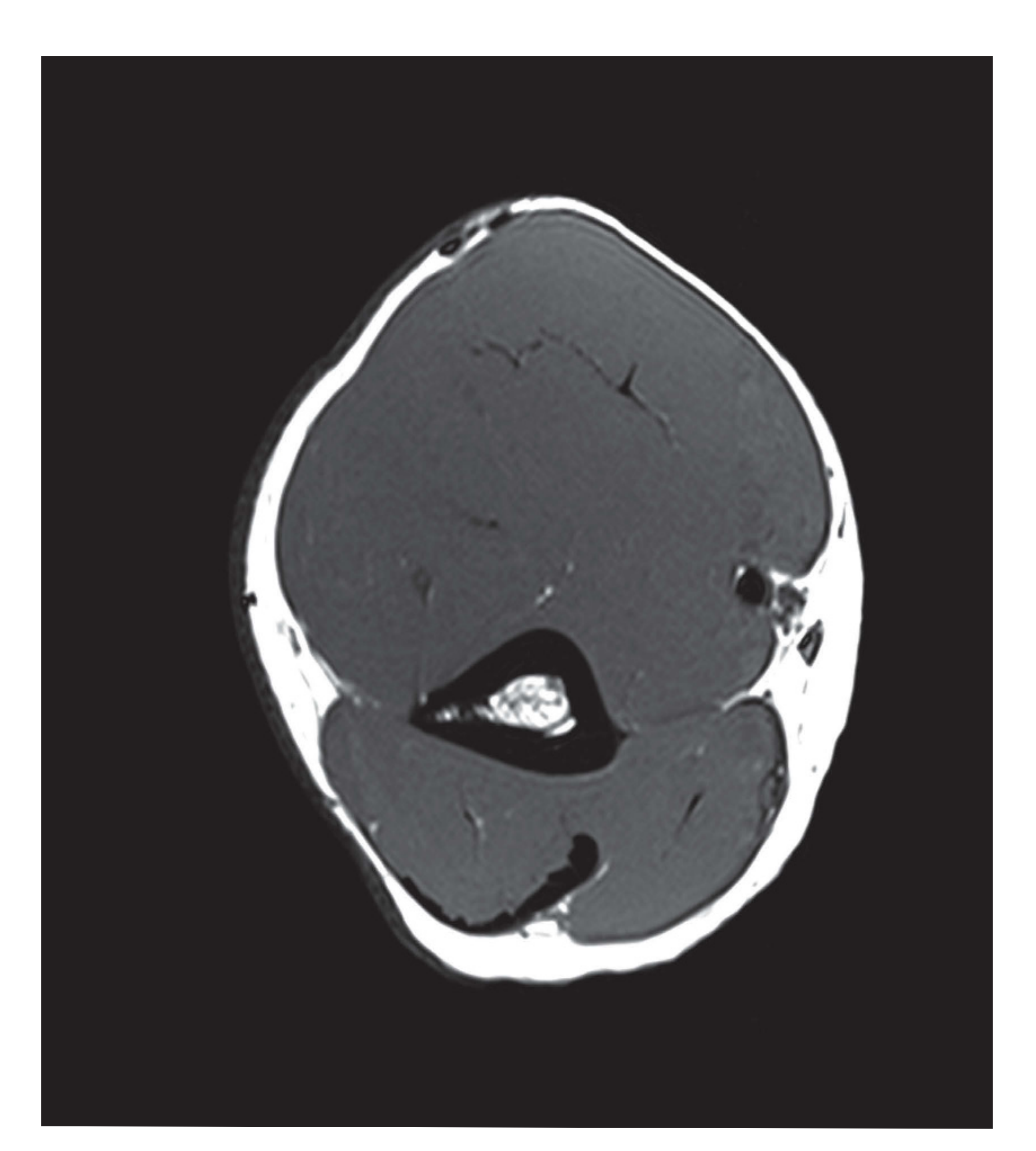
13- Chef long du muscle triceps

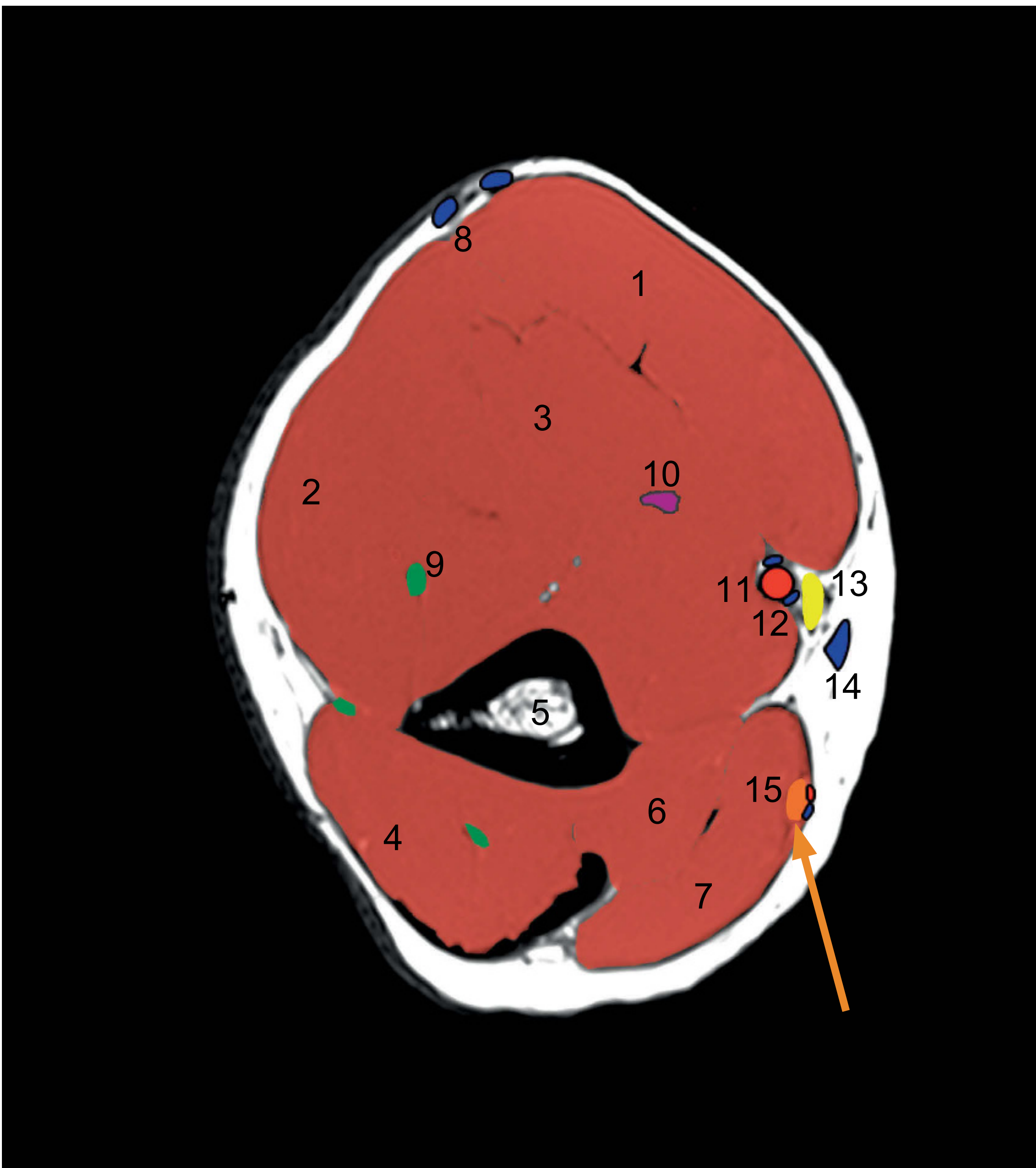
14- Muscle biceps brachial

Figure U15. Coupes IRM au tiers proximal du bras passant par le nerf ulnaire



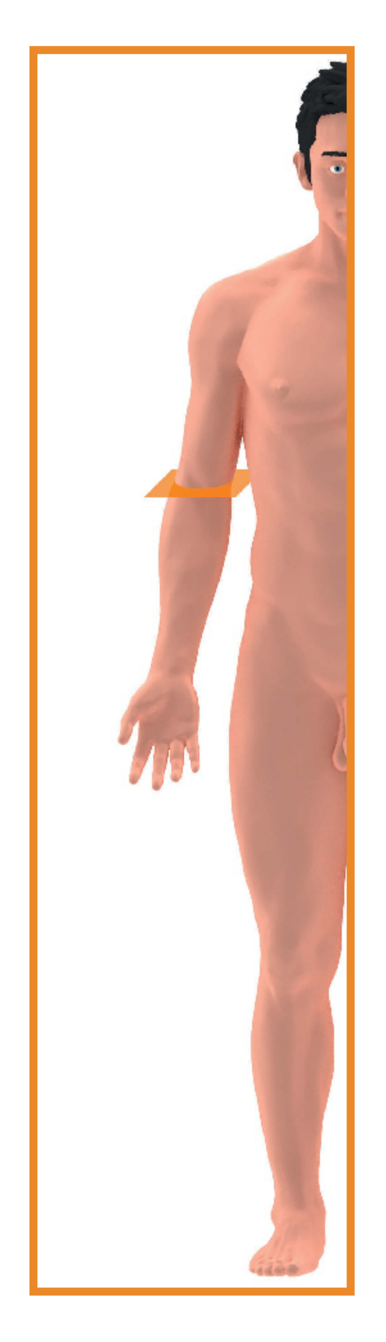


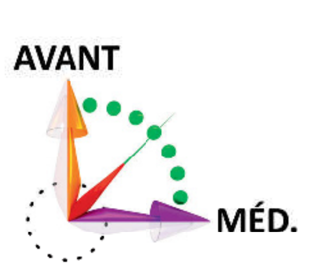


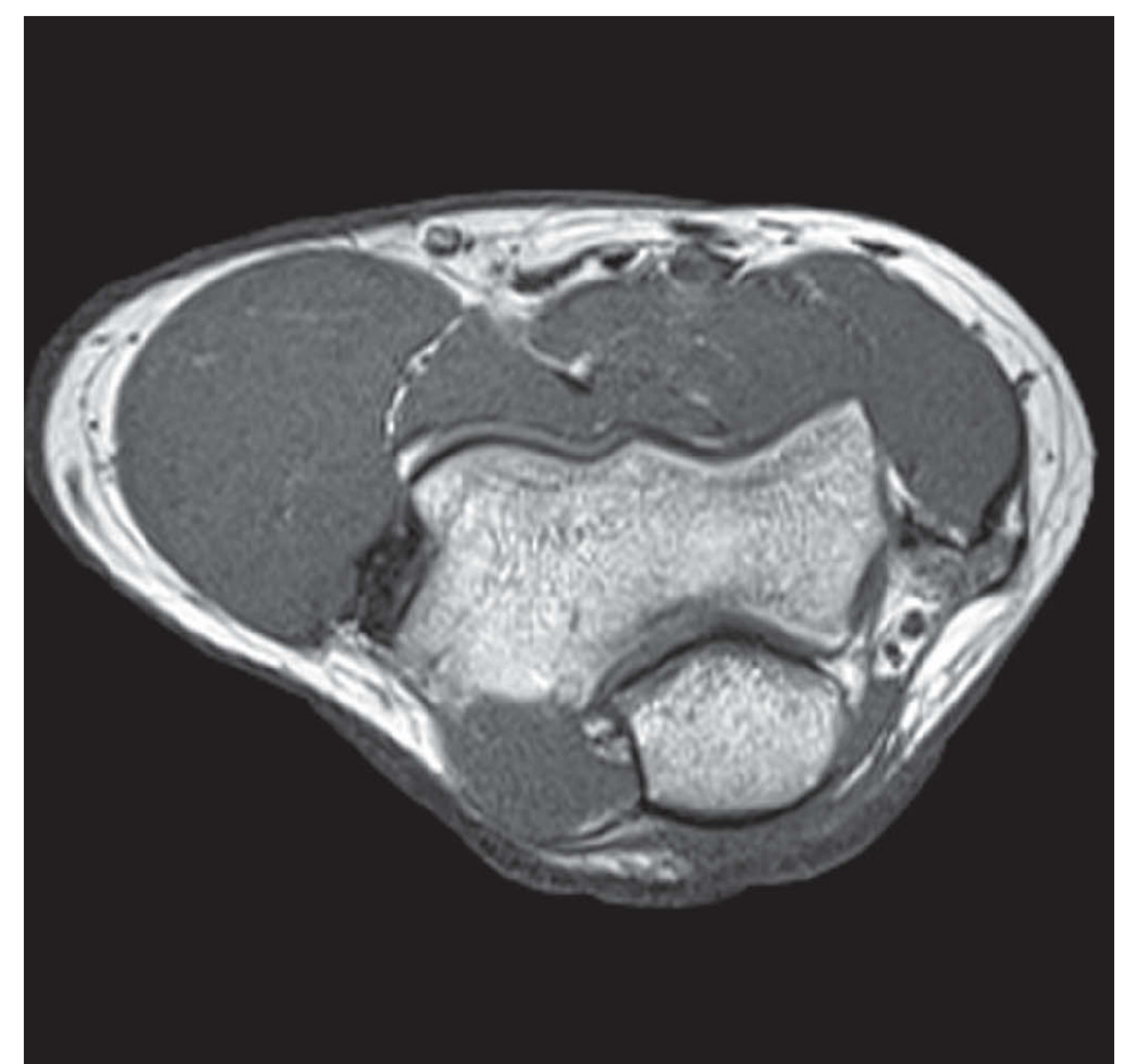


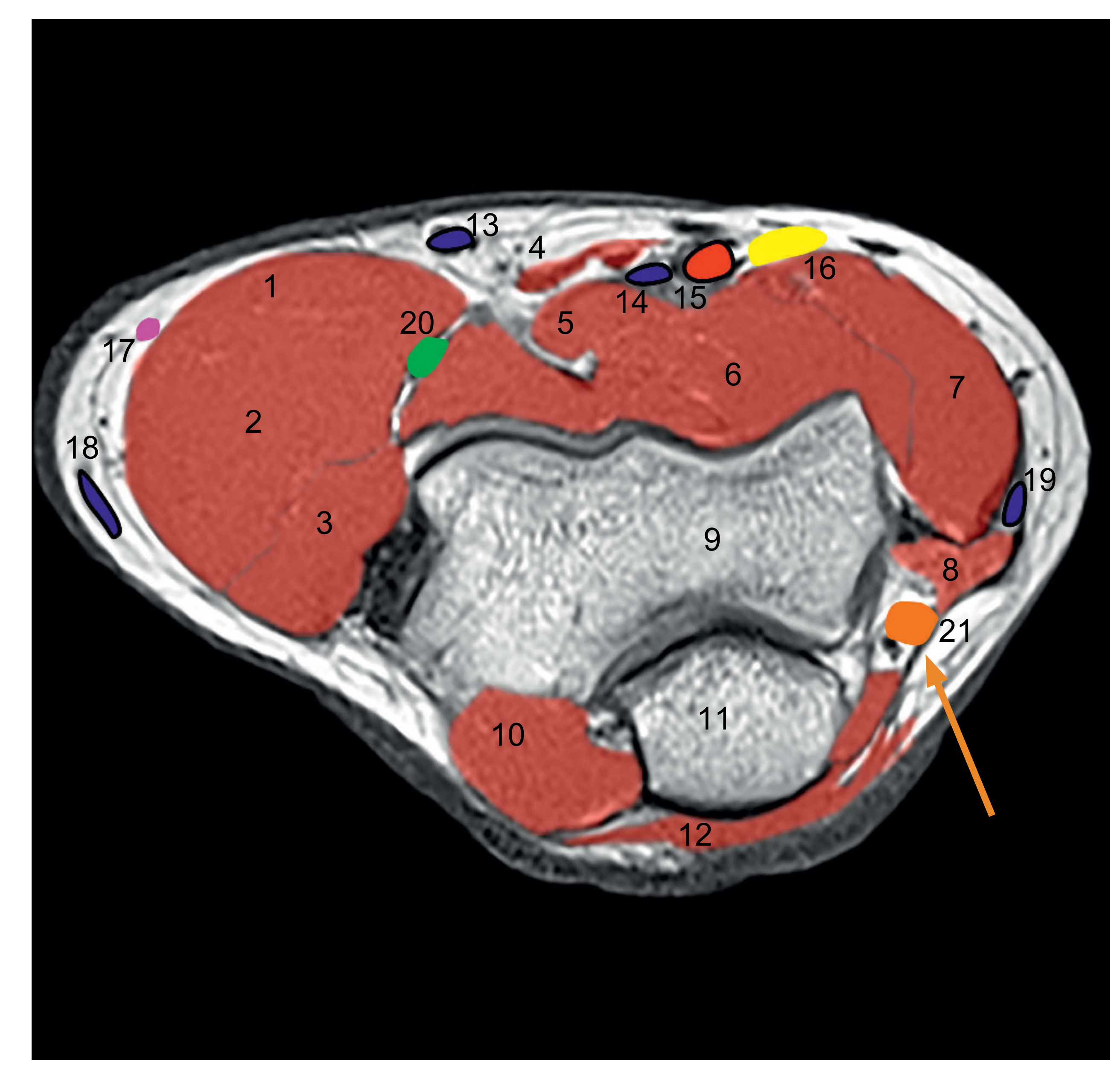
1- Muscle biceps brachial
2- Muscle brachio-radial
3- Muscle brachial
4- Chef latéral du muscle triceps
5- Humérus
6- Chef long du muscle triceps
7- Chef médial du muscle triceps
8- Veine céphalique
9- Nerf radial
10- Nerf musculo-cutané
11- Artère brachiale
12- Veine brachiale
13- Nerf médian
14- Veine basilique
15- Nerf ulnaire

Figure U16. Coupes IRM au tiers distal du bras passant par le nerf ulnaire









1- Muscle brachio-radial

2- Muscle court extenseur radial du carpe

3- Muscle long extenseur radial du carpe

4- Muscle biceps brachial

5- Tendon du muscle long biceps

6- Muscle brachial

7- Muscle rond pronateur

8- Tendon des muscles épicondyliens médiaux

9- Humérus

10- Muscle anconé

11- Ulna

12- Muscle triceps brachial

13- Veine médiale du coude

14- Veine brachiale

15- Artère brachiale

16- Nerf médian

17- Nerf musculo-cutané

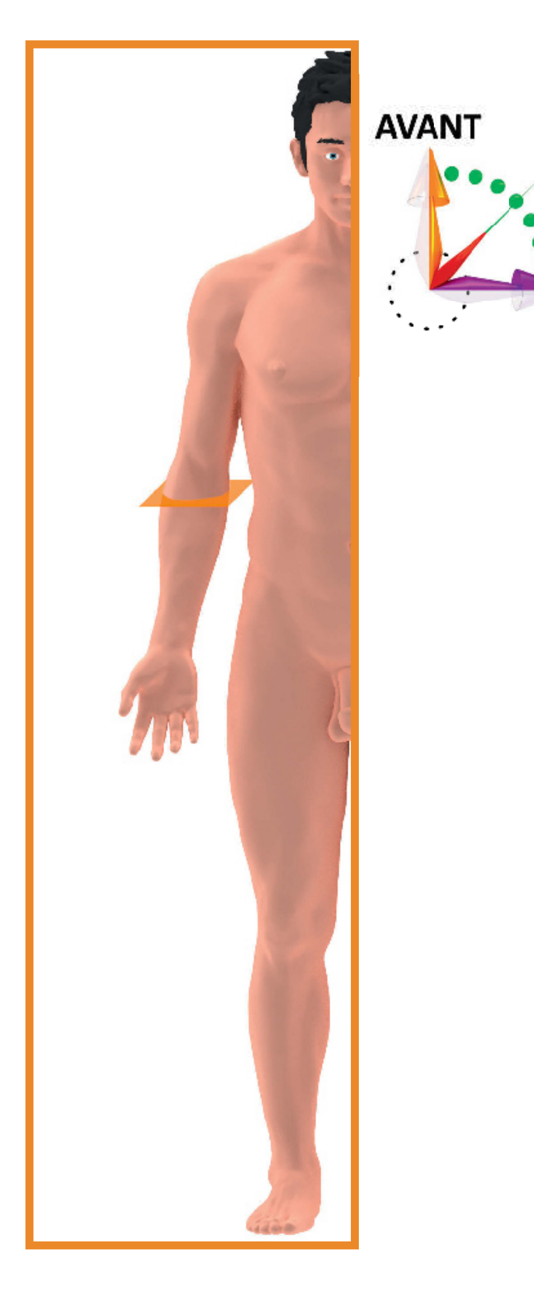
18- Veine céphalique

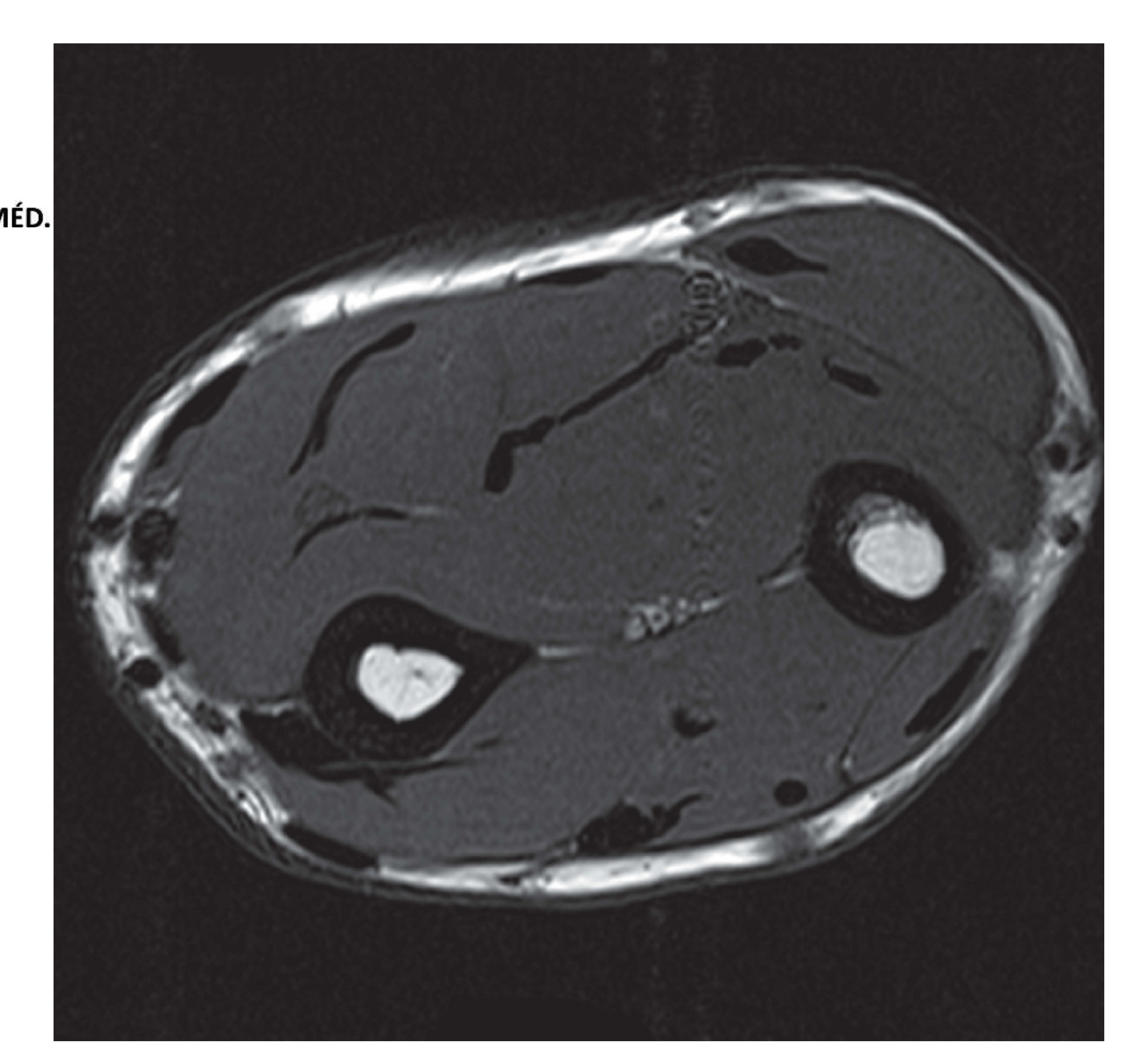
19- Veine basilique

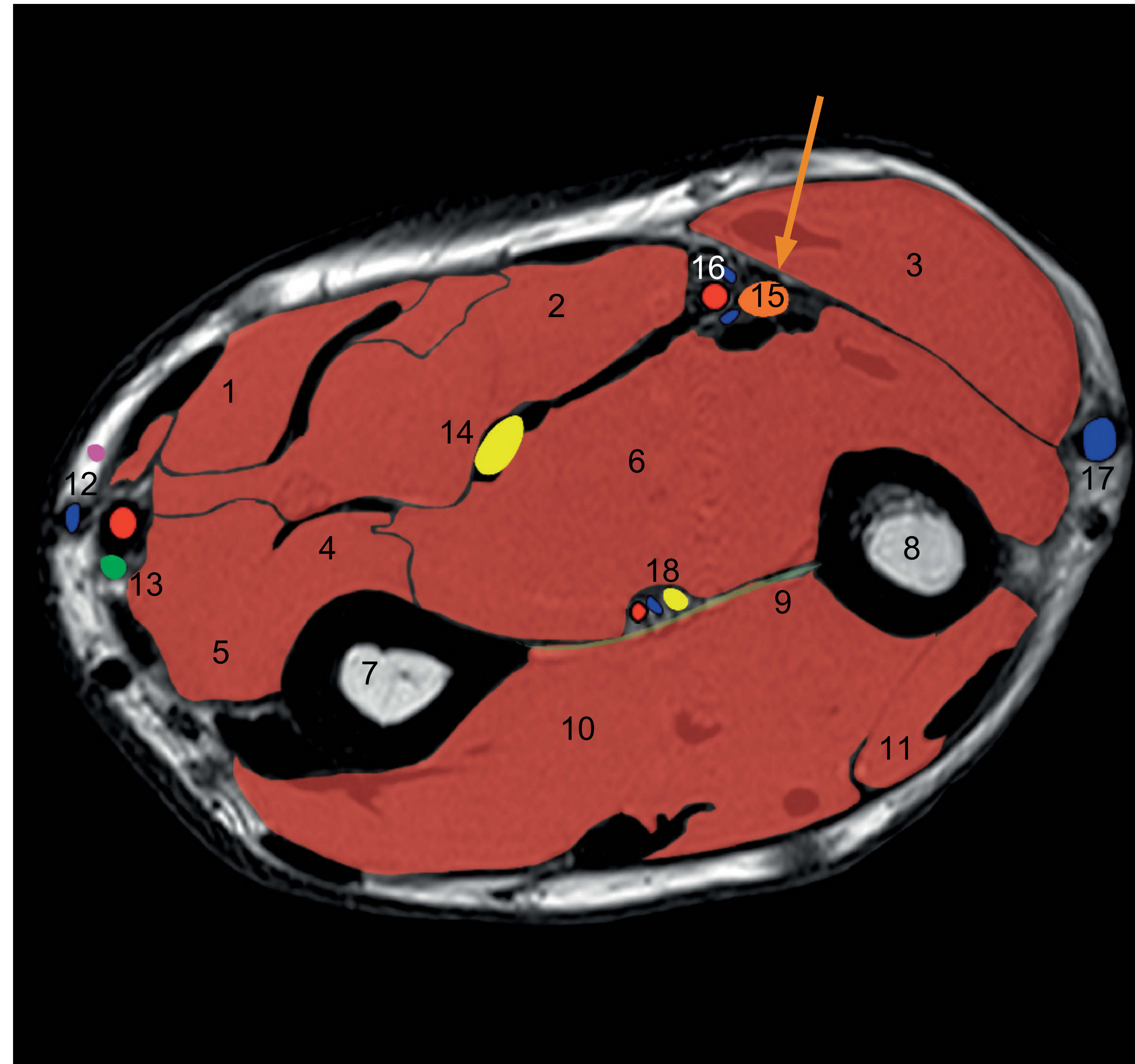
20- Nerf radial

21- Nerf ulnaire

Figure U17. Coupes IRM au coude passant par le nerf ulnaire

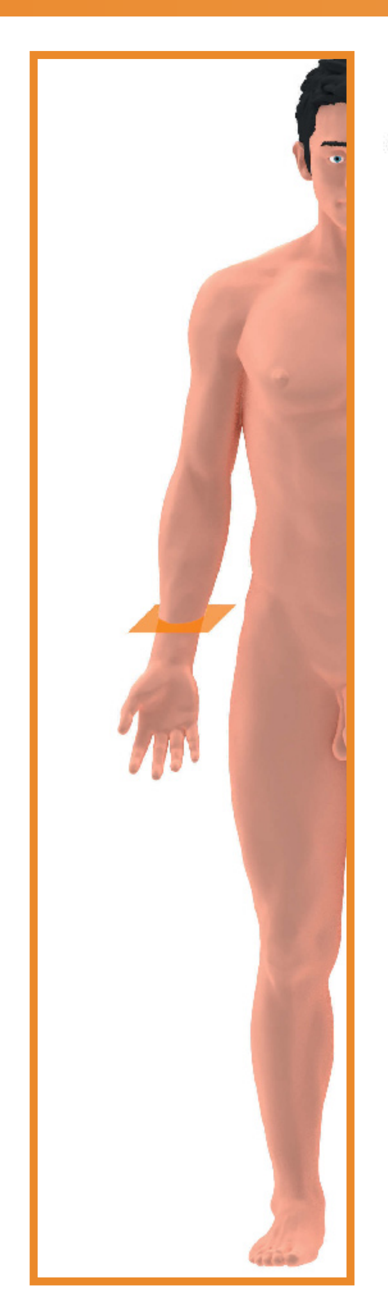


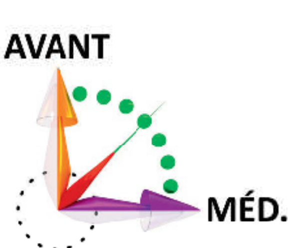


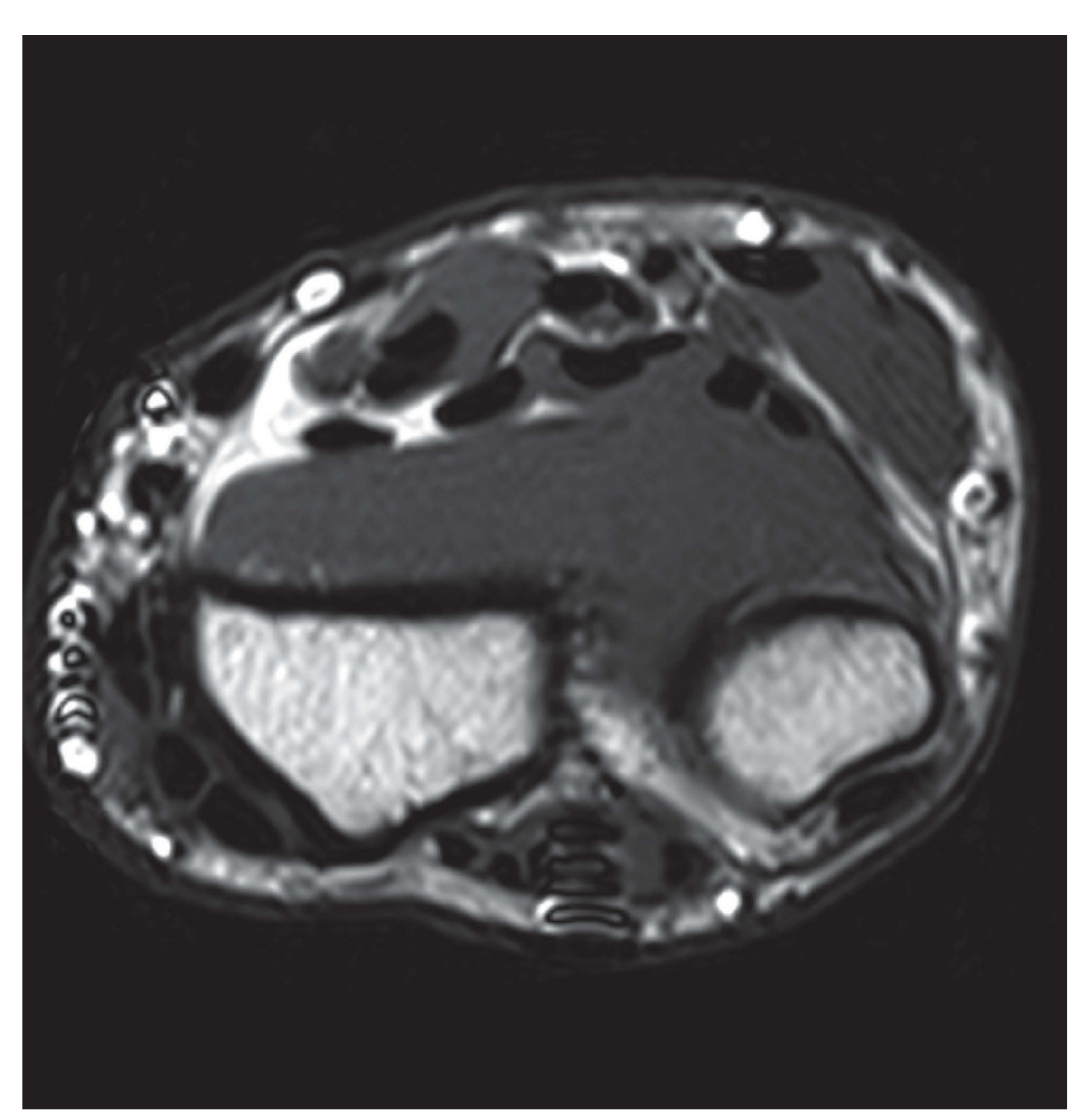


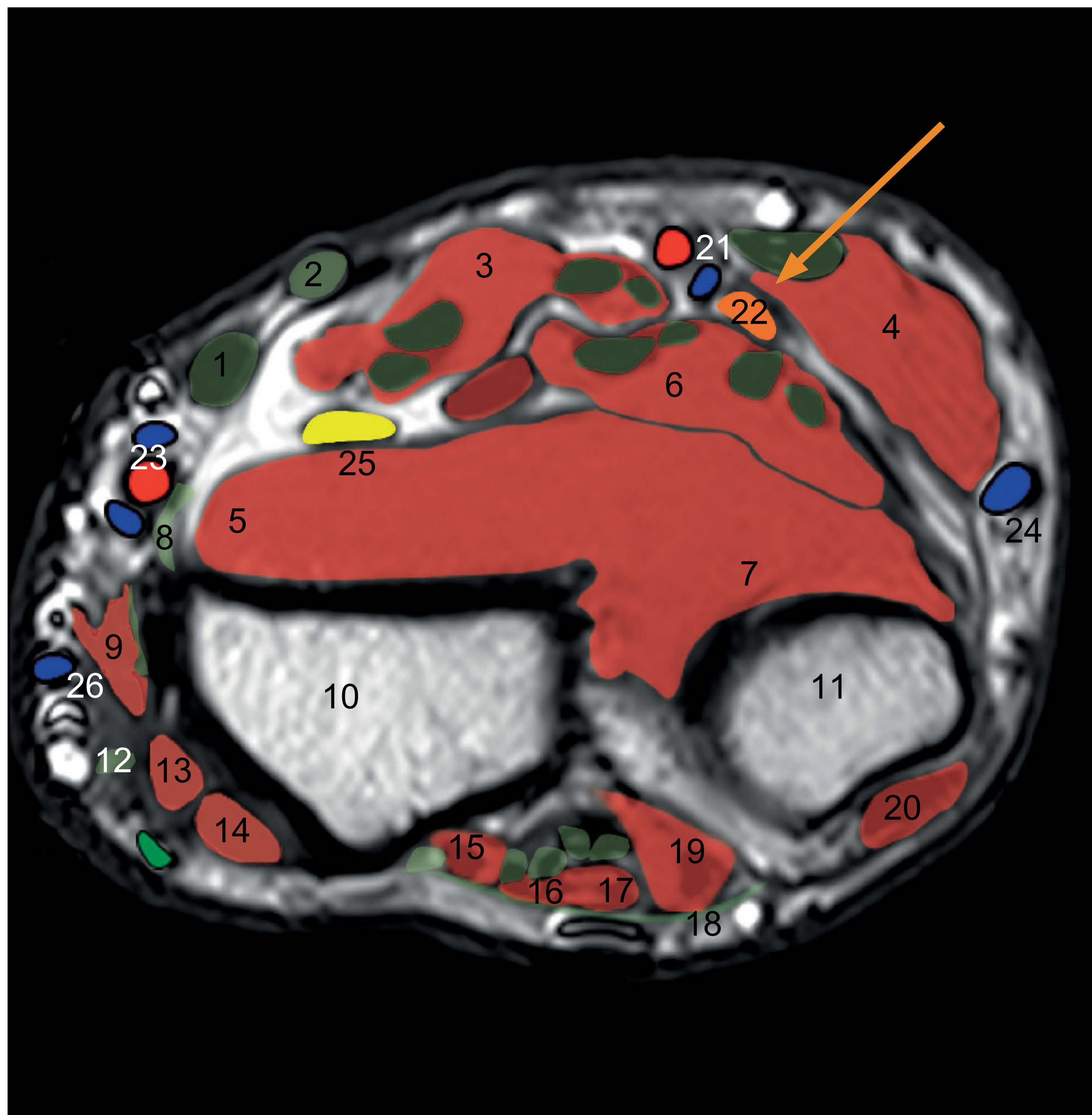
1- Muscle fléchisseur radial du carpe
2- Muscle fléchisseur superficiel des doigts
3- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe
4- Muscle long fléchisseur du pouce
5- Muscle court extenseur radial du carpe
6- Muscle fléchisseur profond des doigts
7- Radius
8- Ulna
9- Membrane interosseuse de l'avant-bras
10- Loge postérieure des muscles extenseurs des doigts
11- Muscle extenseur du carpe
12- Artère et veine radiales
13- Nerf radial
14- Nerf médian
15- Nerf ulnaire
16- Artère et veine ulnaires
17- Veine basilique
18- Artère, veine et nerf interosseux antérieurs

Figure U18. Coupes IRM à l'avant-bras passant par le nerf ulnaire









1- Muscle fléchisseur radial du carpe

2- Muscle long palmaire

3- Muscle fléchisseur superficiel des doigts

4- Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

5- Muscle long fléchisseur du pouce

6- Muscle fléchisseur profond des doigts

7- Muscle carré pronateur

8- Muscle brachio-radial

9- Muscle long abducteur du pouce

10- Radius

11- Ulna

12- Muscle court extenseur du pouce

13- Muscle long extenseur radial du carpe

14- Muscle court extenseur radial du carpe

15- Muscle long extenseur du pouce

16- Muscle extenseur des doigts

17- Muscle extenseur du petit doigt

18- Rétinaculum des muscles extenseurs

19- Muscle extenseur de l'index

20- Muscle extenseur du carpe

21- Artère et veine ulnaires

22- Nerf ulnaire

23- Artère et veine radiales

24- Veine basilique

25- Nerf médian

26- Veine céphalique

Figure U19. Coupes IRM au poignet passant par le nerf ulnaire

Pathologie

SYNDROME DU NERF ULNAIRE AU COUDE

Au coude, le nerf ulnaire se trouve derrière l'épicondyle médial de l'humérus. Il est accompagné de l'artère collatérale ulnaire supérieure. Il s'engage ensuite entre les deux chefs du muscle fléchisseur ulnaire du carpe. Il peut être comprimé à ce niveau (Figure U20).

Étiologie

- Compression : il s'agit d'un véritable syndrome canalaire. La compression s'effectue au niveau de l'arcade du muscle fléchisseur ulnaire du carpe. Celle-ci est favorisée par des remaniements osseux, post-traumatiques ou non. Toute cause de rétrécissement du « tunnel ulnaire » peut être responsable de ce syndrome. Il est souvent dû à une compression répétée ou prolongée, voire iatrogène : chirurgie en position genu-pectorale, anesthésie prolongée avec un bras mal installé, usage de cannes anglaises. Le diabète, le tabagisme, l'hypertension artérielle sont des facteurs de risque, de même que l'hypothyroïdie et le travail de force.

- Traction : la région sus-décrite est une zone d'étirement importante du nerf ulnaire lors des mouvements de flexions répétées du coude. Les lésions nerveuses, à ce niveau, sont souvent favorisées par des maladies « de système », de type diabète, insuffisance rénale, insuffisance hépatocellulaire, carences vitaminiques, fragilisant le nerf.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : les signes sensitifs concernent en général les deux derniers doigts de la main. Il peut s'agir de douleurs de type neuropathiques ou de simples paresthésies. Les paresthésies ou douleurs peuvent être augmentées la nuit, notamment par une position avec le coude en flexion.
Paradoxalement, le premier mode de sensibilité atteint est d'ordre proprioceptif puis, secondairement, épicritique.

- Signes moteurs : le nerf ulnaire assure l'innervation à l'avant-bras du muscle fléchisseur ulnaire du carpe et partiellement du muscle fléchisseur profond des doigts. À la main, il innerve l'essentiel des muscles intrinsèques à l'exception des muscles court abducteur et opposant du I, et des premier et deuxième lombricaux. Son atteinte motrice se manifeste donc par une impossibilité d'adduction du 5e doigt, de flexion et d'extension de tous les autres doigts, à l'exception du I. Le déficit en flexion est majoré pour les articulations métacarpo-phalangiennes, lorsque les interphalangiennes sont maintenues en extension.
Tardivement, on retrouvera le signe du journal de Froment et une amyotrophie du premier espace interosseux, bien visible à la face dorsale de la main.

Formes cliniques

Le signe révélateur peut être une amyotrophie des muscles interosseux, s'étendant tardivement aux autres muscles. Il doit faire rechercher une compression distale du nerf au niveau de la main.
Les signes sensitifs peuvent être longtemps absents et la douleur peut rester localisée au coude. L'atteinte des fléchisseurs des doigts reste minime voire absente, le plus souvent, compte tenu de leur double innervation.

Examens complémentaires

- Radiographies bilatérales et comparatives des deux coudes : il s'agit de rechercher une exostose radio-opaque, témoignant de l'existence possible d'une arcade de Struthers.
L'arcade de Struthers est une bande fibreuse tendue entre une exostose anormale, appelée « processus supra-condylien », située 3 à 5 cm au dessus de l'épicondyle médial et de la jonction de l'épicondyle médial avec la trochlée. Elle est présente chez 1 % des sujets. C'est l'autre site de compression du nerf qui doit être systématiquement recherché.

- L'électroneuromyogramme objective l'atteinte du nerf ulnaire et élimine une atteinte associée ou un diagnostic différentiel.

Traitement

Une modification des habitudes positionnelles, avec pour but d'éviter les positions du coude en flexion favorisant la compression du nerf, est recommandée en première intention. Une orthèse de coude nocturne peut être proposée.
En cas d'échec du traitement médical, la simple ouverture chirurgicale de l'arcade du muscle fléchisseur ulnaire du carpe est en général suffisante.
Le résultat de la chirurgie est bon ou excellent dans 90 à 95 % des cas, le délai de récupération étant fonction de la sévérité de l'amyotrophie au moment de l'intervention et du caractère neuropathique avéré ou non des douleurs.

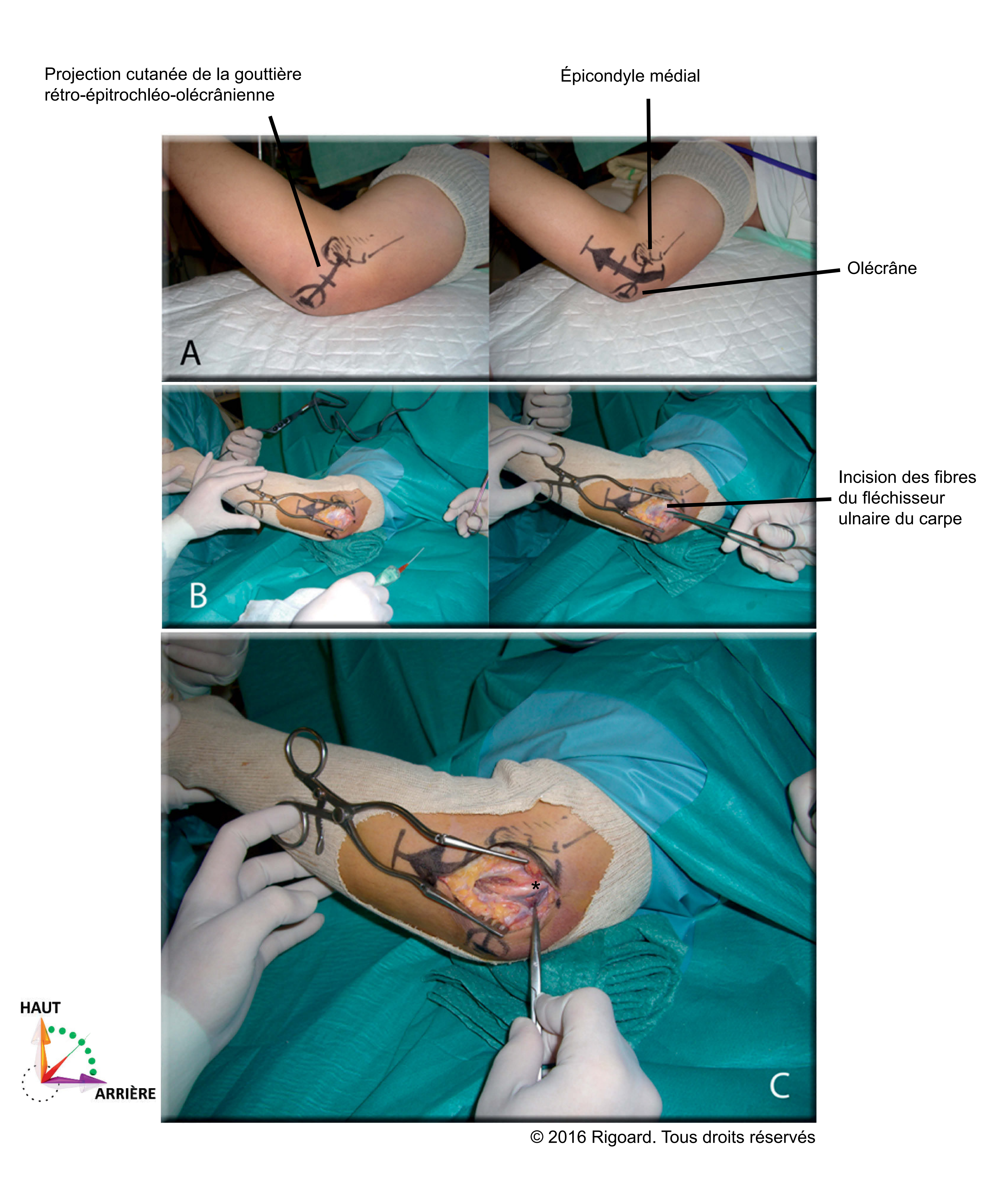


Figure U20. Pathologie du nerf ulnaire : syndrome du nerf ulnaire au coude - Décompression chirurgicale permettant la libération du nerf ulnaire (*) dans sa gouttière rétro-épitrochléo-olécrânienne

SYNDROME DU CANAL ULNAIRE AU POIGNET (LOGE DE GUYON)

Le canal ulnaire est formé sur le carpe par une expansion du rétinaculum des fléchisseurs qui s'insère sur l'hamatum et l'os pisiforme (*cf.* ci-dessus). Le nerf peut être comprimé au niveau de ce canal. Le nerf ulnaire s'y divise en ses deux branches terminales (Figure U21).

Étiologie

Compression : aucun cas de syndrome canalaire vrai n'a été rapporté. Il existe deux sites de compression potentiels : soit au niveau proximal, au niveau du ligament *carpi volare*, soit plus distalement, sous l'arcade pisi-hamulienne.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : le territoire sensitif du nerf ulnaire concerne les faces palmaires du 5e doigt et de la moitié médiale du 4e doigt. Les symptômes associent douleurs, paresthésies, troubles vaso-moteurs, hypoesthésie épicritique et/ou proprioceptive du territoire ulnaire. Ils peuvent être réveillés par la percussion du nerf à ce niveau (signe de Tinel). On aura noté que le territoire du nerf ulnaire est variable et qu'il peut être différemment réparti sur les faces palmaires des doigts III, IV et V.

- Signes moteurs : l'atteinte est sensiblement la même que dans le syndrome du nerf ulnaire au coude. L'amyotrophie hypothénarienne et/ou des interosseux dépend du niveau de compression. Fait important, le muscle fléchisseur ulnaire du carpe est épargné par cette atteinte motrice.

Formes cliniques

Il existe trois tableaux cliniques possibles, selon la localisation de l'atteinte du nerf :

- atteinte de type I, proximale, représentant 30 % des cas. Elle est mixte, sensitivo-motrice et est imputable aux kystes synoviaux ou à des cals vicieux du poignet ;

- atteinte de type II, représentant 52 % des cas. Elle touche le nerf après qu'il ait donné ses branches sensitives. Elle est donc purement motrice : l'atteinte est massive. On parle de type IIa, si la compression touche le nerf avant la naissance des branches hypothénariennes et implique donc le groupe hypothénarien, et de type IIb en cas de lésion plus distale au niveau de l'hamulus. Il s'agit de la forme la plus fréquente. Plus rare est l'atteinte de type IIc, où la lésion est en dehors et en distalité de la loge, au niveau de l'arcade de l'adducteur du V, en proximal par rapport aux branches destinées au premier interosseux dorsal et à l'adducteur du I ;

- atteinte de type III, représentant 18 % des cas. Elle est purement sensitive par atteinte isolée de ce contingent à la sortie de la loge ulnaire. Une atteinte motrice peut cependant se voir par atteinte du muscle court palmaire, entraînant une perte du relief et des « rides palmaires » de l'éminence hypothénar.

Examens complémentaires

- L'électrophysiologie permet d'identifier le niveau de compression.
- L'indication d'une IRM doit être discutée s'il existe un doute sur une pathologie synoviale, graisseuse ou tout autre type de compression extrinsèque du nerf.
- Les radiographies du poignet sont souhaitables. Elles recherchent une tuméfaction osseuse anormale.

Traitement

Le traitement dépend directement de la cause. Il n'existe aucun consensus. Lors d'une compression extrinsèque aiguë ou évolutive, la chirurgie de décompression est plutôt recommandée.
Le résultat post-opératoire est en général satisfaisant après quelques mois de recul.

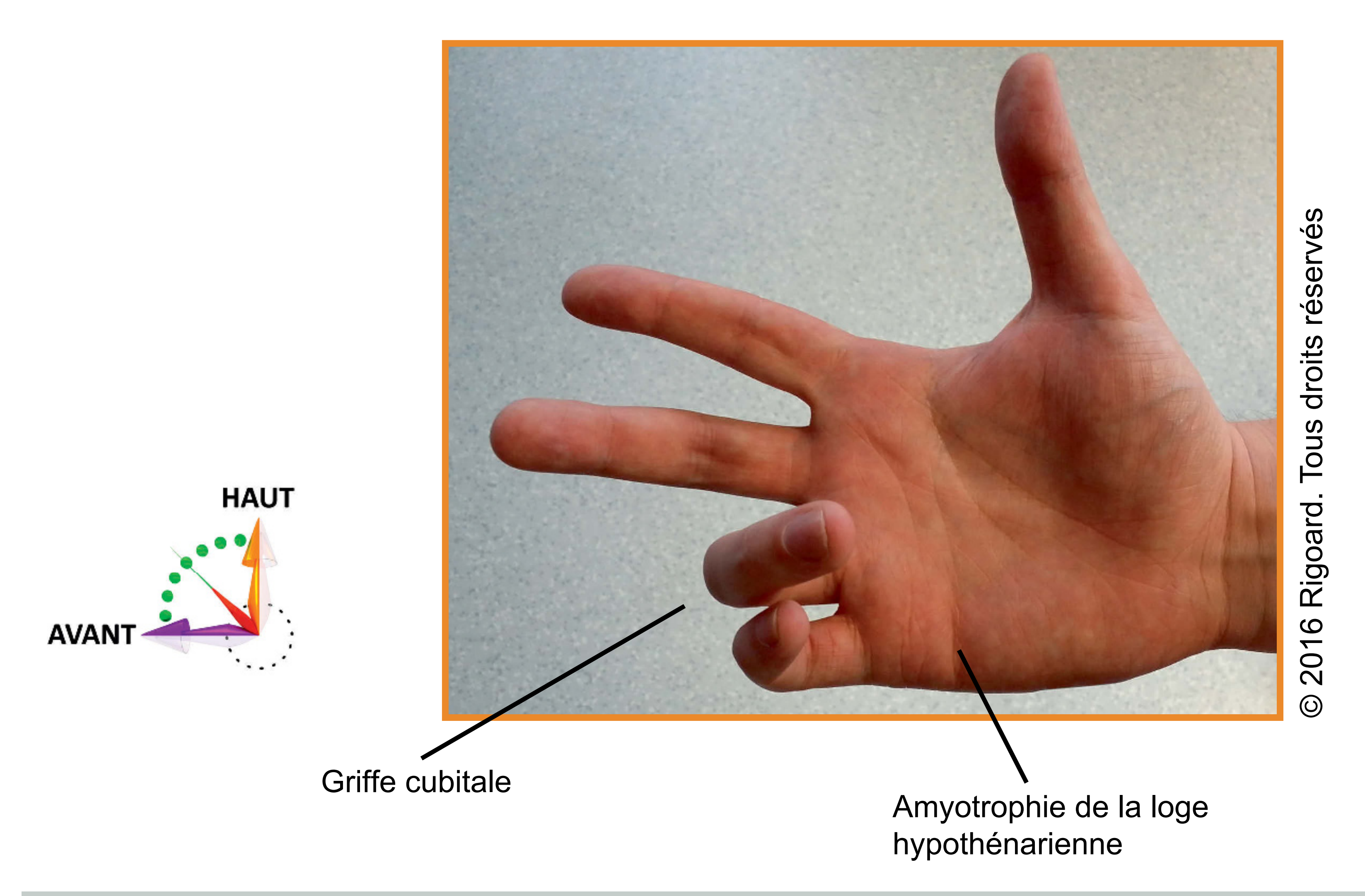
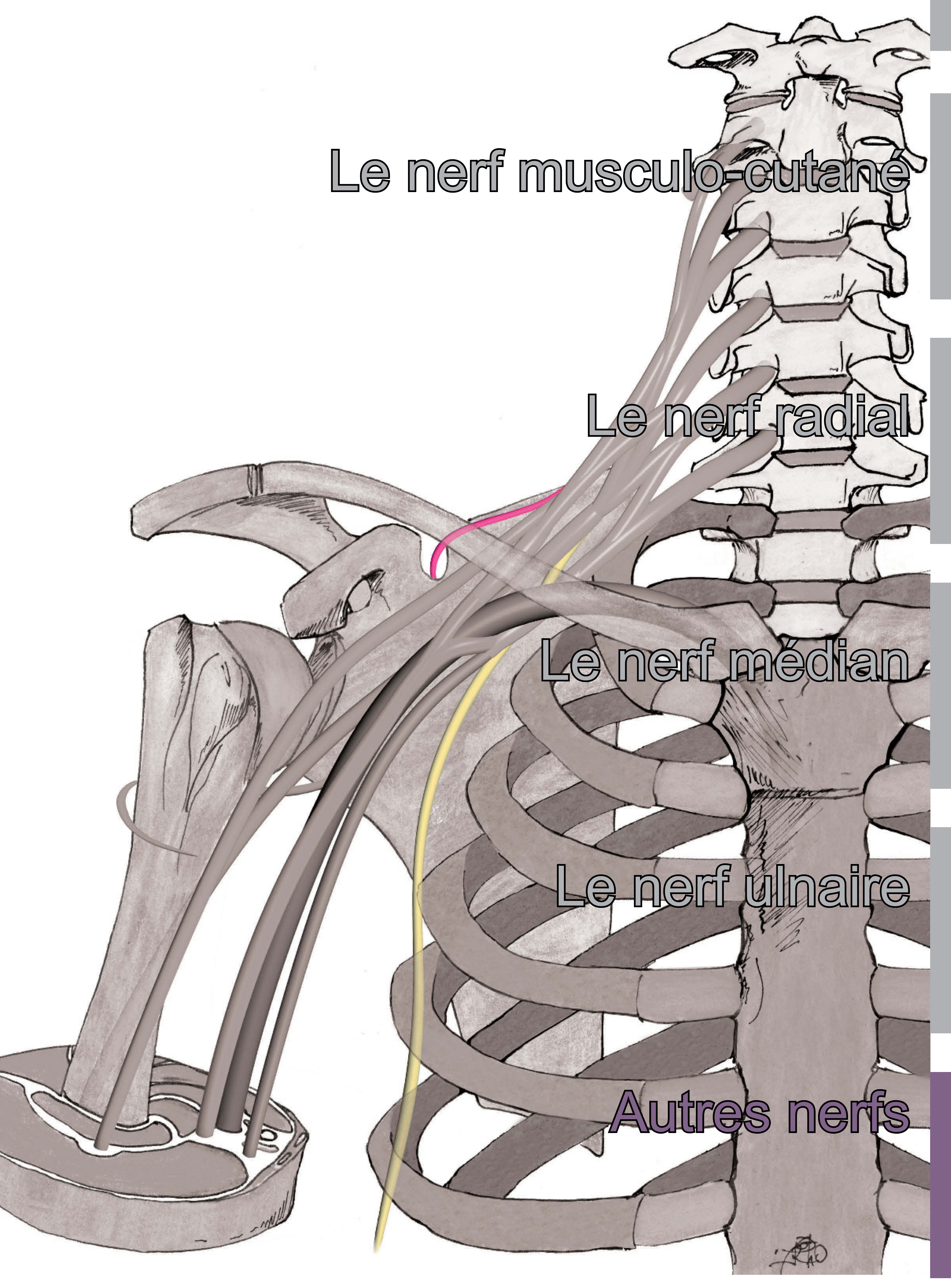


Figure U21. Syndrome du nerf ulnaire au poignet - Main en griffe cubitale

Figure U22. Classification anatomoclinique des atteintes du nerf ulnaire.

Page blanche



Le nerf axillaire

Le nerf musculo-cutané

Le nerf radial

Le nerf médian

Le nerf ulnaire

Autres nerfs

SSc
TL

Données morphologiques

Le nerf supra-scapulaire est un nerf moteur. Il forme une branche collatérale du tronc supérieur du plexus brachial et est responsable de l'innervation de la région scapulaire (Vidéo SSc1).

ORIGINE

Il provient des racines C5 à C6 et donc du tronc supérieur du plexus brachial. Il naît au moment où ce dernier se divise en divisions antérieure et postérieure, au niveau du triangle interscalénique (Figure SSc1) (Vidéo 36).

TRAJET

Le nerf supra-scapulaire adopte alors un trajet profond, à la face ventrale des muscles trapèze et omo-hyoïdien. Puis, il passe derrière la clavicule sous l'insertion du trapèze. Il passe ensuite au-dessus de la scapula, à travers l'incisure scapulaire sur le bord supérieur de la scapula (Figure SSc2). À ce niveau, il répond à l'artère supra-scapulaire et au ligament transverse de la scapula. Le nerf peut donner une branche qui accompagne l'artère au-dessus du ligament transverse de la scapula.
Il traverse ensuite l'échancrure spino-glénoïdale au-dessous du ligament transverse inférieur de la scapula et contourne le bord latéral de l'épine scapulaire pour pénétrer dans la fosse infra-épineuse où il se termine (Figure SSc3) (Vidéo 37).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Dans l'incisure scapulaire, de haut en bas, se trouvent l'artère supra-scapulaire, le ligament transverse de la scapula et le nerf supra-scapulaire (Vidéo 38).

BRANCHES COLLATÉRALES

Le nerf supra-scapulaire décoche successivement des rameaux :
- articulaires destinés aux articulations acromio-claviculaire et scapulo-humérale ;
- cutanés chez 1/3 des sujets. Ces branches passent dans l'échancrure coracoïdienne en avant du ligament coraco-acromial et perforent le muscle deltoïde pour devenir sous-cutanées ;
- musculaire pour le muscle supra-épineux (Vidéo 39).

BRANCHES TERMINALES

Le nerf supra-scapulaire se termine au niveau du muscle infra-épineux en distribuant ses fibres motrices (Vidéo 40).

FONCTION MOTRICE

Le nerf supra-scapulaire assure l'innervation des muscles supra-épineux et infra-épineux. Le muscle supra-épineux est considéré comme le starter de l'abduction et assure l'ascension de la tête de l'humérus au début de l'abduction. Le muscle infra-épineux est un abducteur et rotateur latéral du bras sur l'épaule. Le nerf supra-scapulaire permet donc l'élévation de la tête de l'humérus, l'abduction et partiellement la rotation latérale du bras (Vidéo 41).

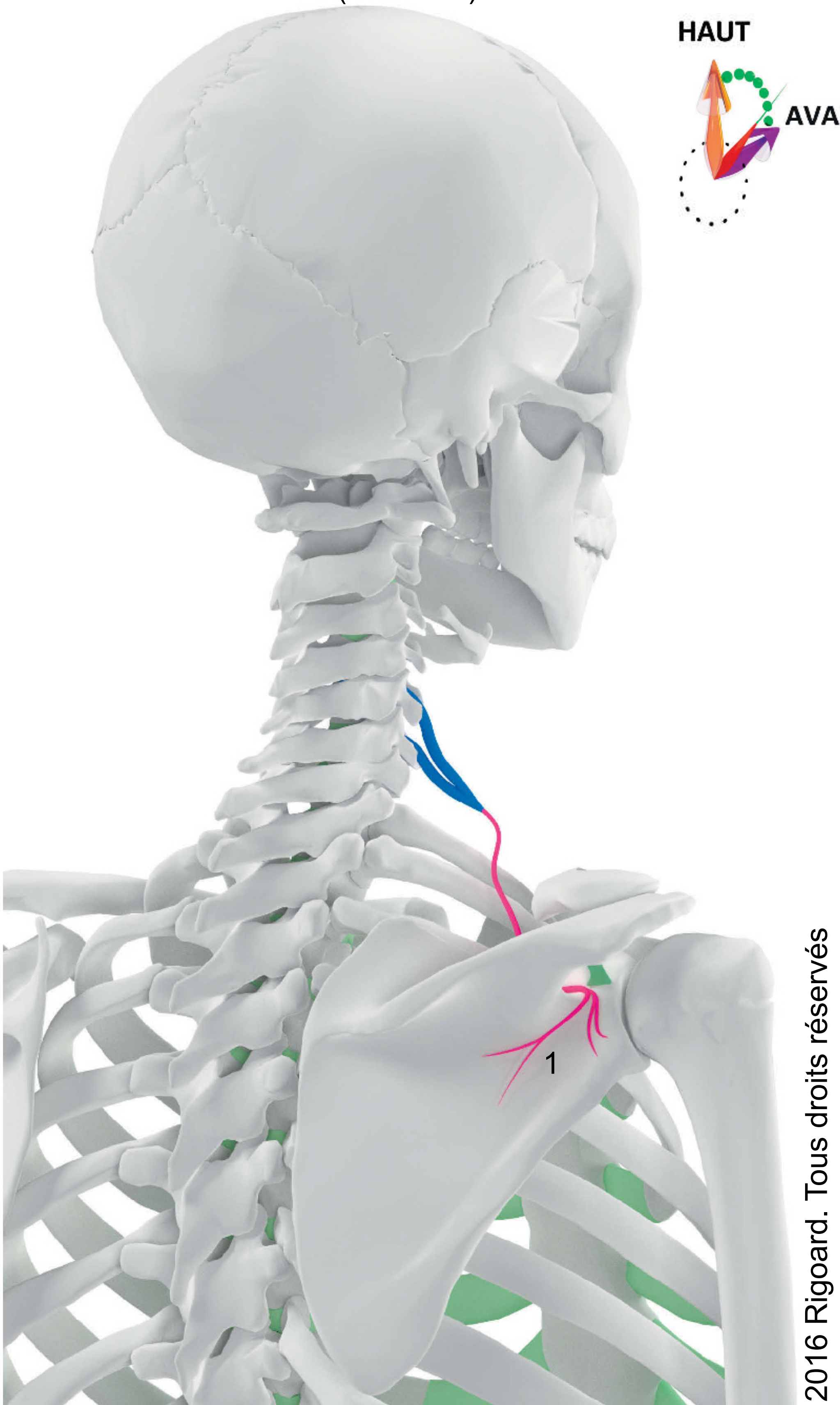
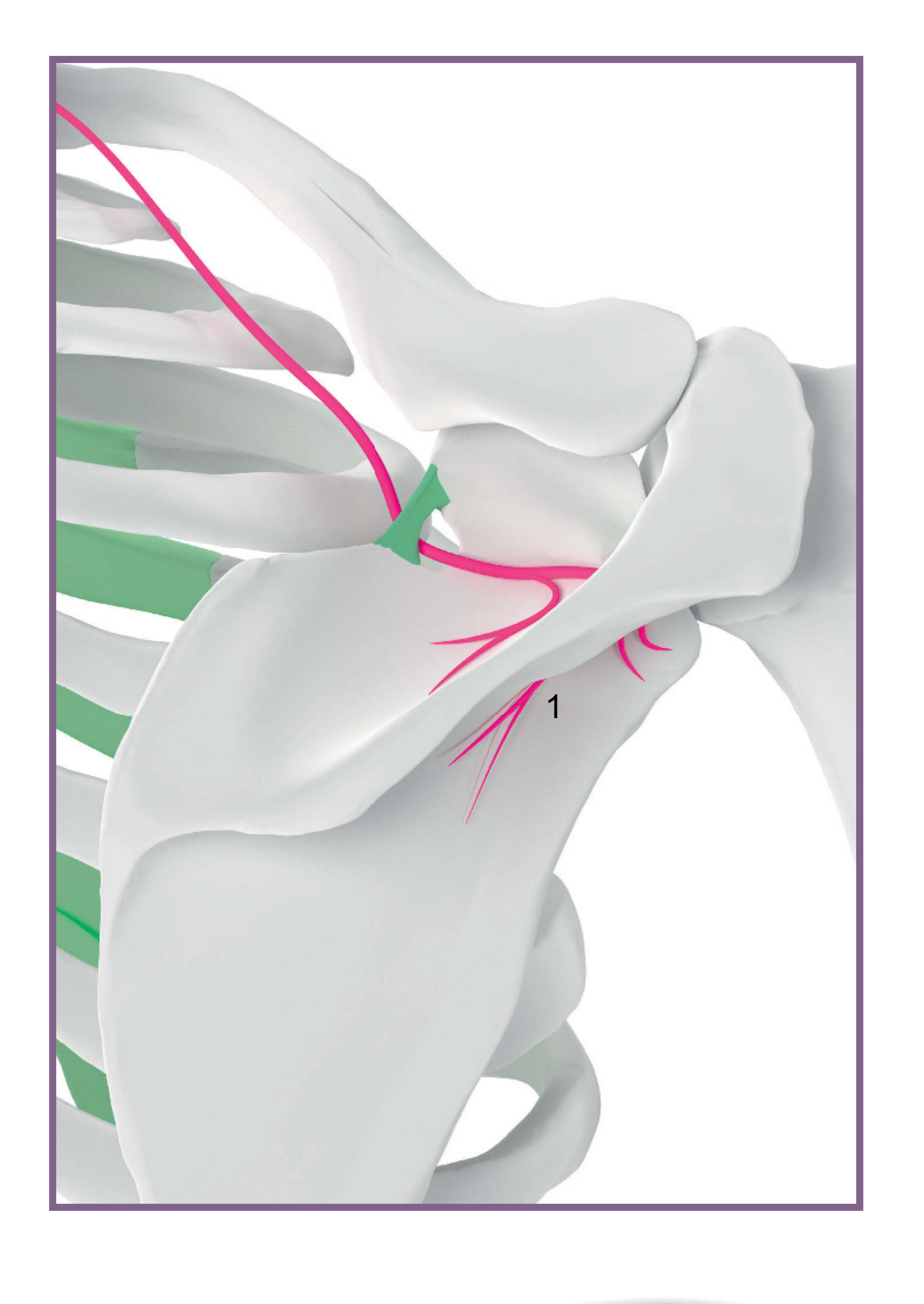
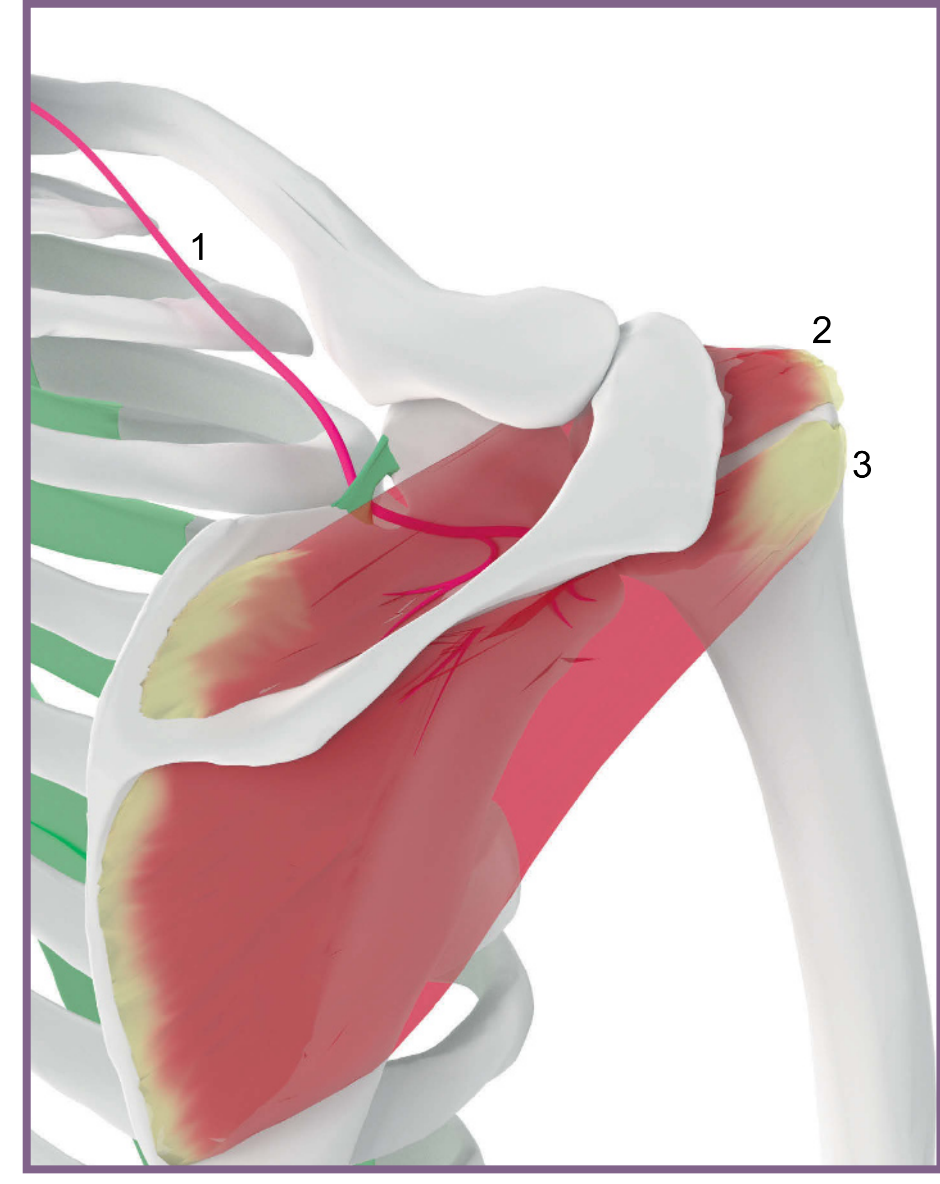
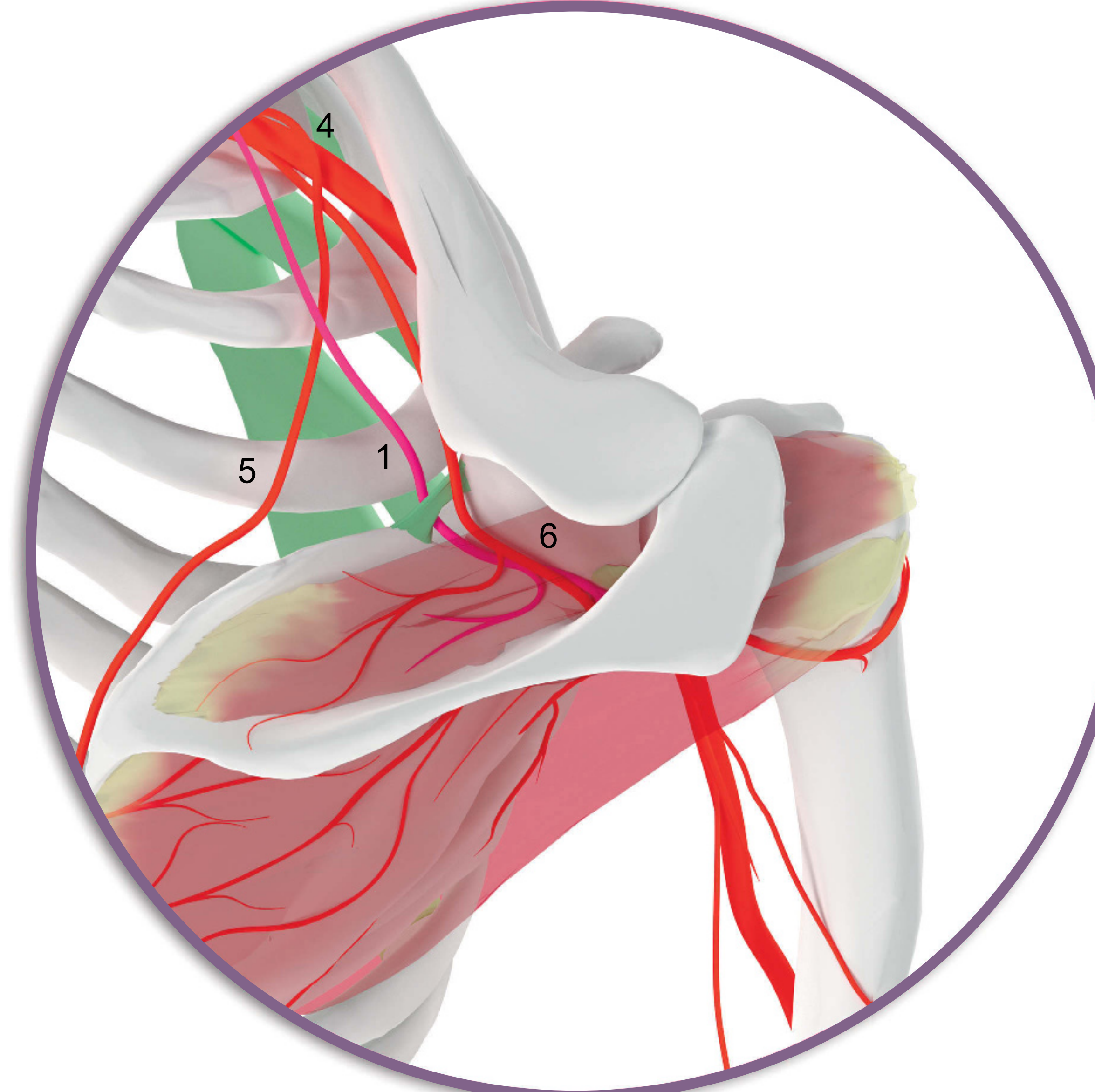


Figure SSc1. Rapports osseux du nerf supra-scapulaire







1- Nerf supra-scapulaire

2- Muscle supra-épineux

3- Muscle infra-épineux

4- Artère axillaire

5- Artère cervicale transverse

6- Artère supra scapulaire

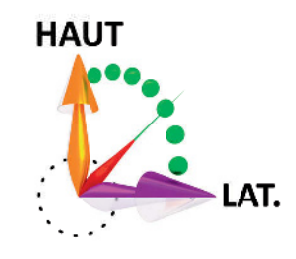


Figure SSc2. Rapports ostéo-ligamentaires et vasculaires du nerf supra-scapulaire

Données morphologiques - Coupe

1- Muscle grand pectoral

2- Muscle petit pectoral

3- Veine céphalique

4- Muscle deltoïde

5- Chef court du muscle biceps

6- Muscle coraco-brachial

7- Tendon du chef long du muscle biceps

8- Muscle grand dorsal

9- Humérus

10- Muscle grand rond

11- Chef latéral du muscle triceps brachial

12- Artère et nerf circonflexe

13- Chef long du muscle triceps

14- Muscle petit rond

15- Muscle infra-épineux

16- Scapula

17- Nerf cutané médial du bras

18- Nerf médian

19- Nerf cutané médial de l'avant-bras

20- Nerf ulnaire

21- Nerf radial

22- Nerf musculo-cutané

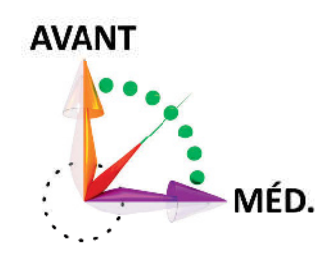
23- Muscle subscapulaire

24- Muscle dentelé antérieur

25- Muscles intercostaux

26- Nerf thoracique long

27- Nerf supra-scapulaire



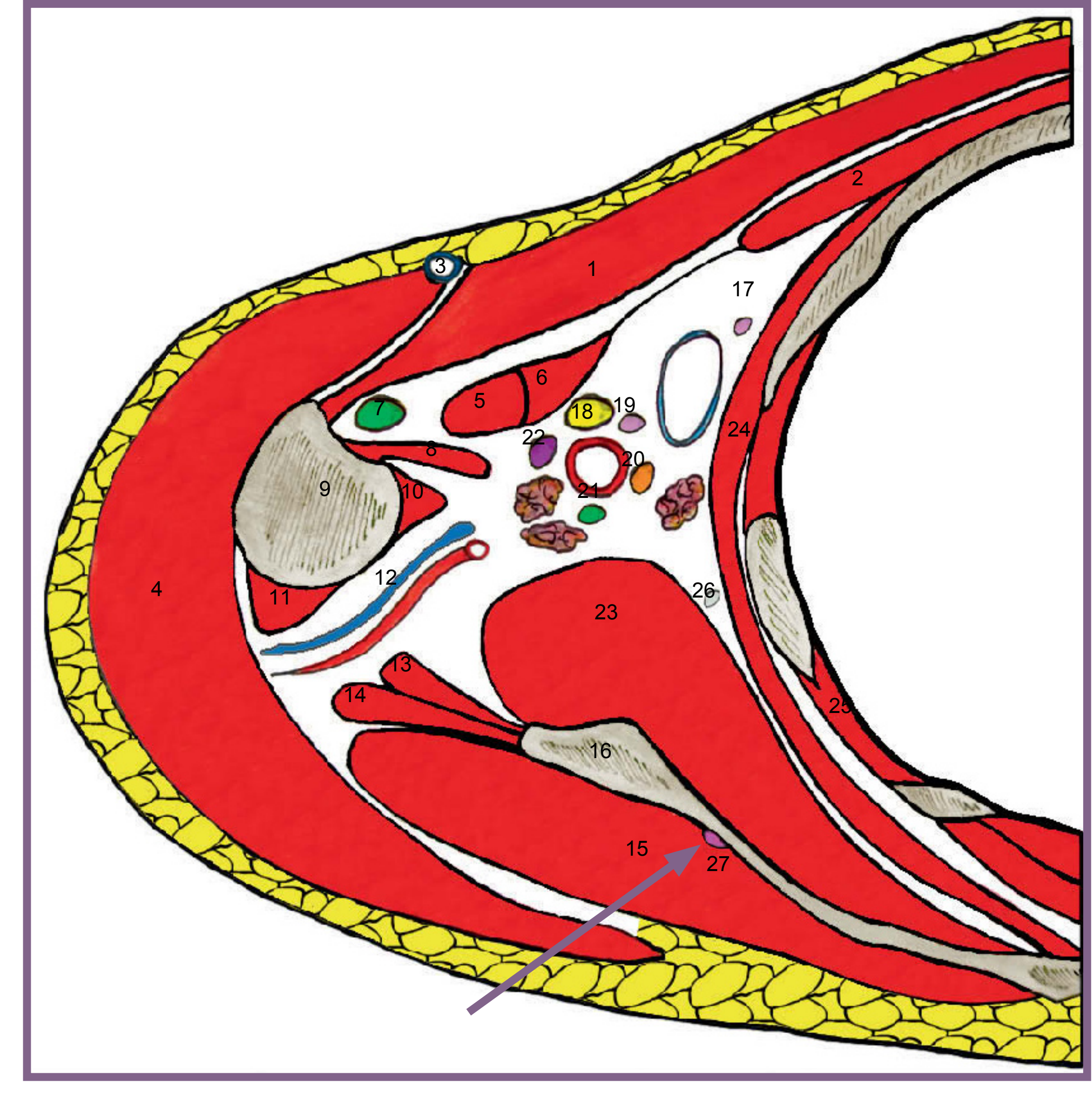


Figure SSc3. Coupe axiale au creux axillaire passant par le nerf supra-scapulaire

Pathologie

Il peut être comprimé dans le cadre d'un syndrome canalaire au niveau de l'échancrure scapulaire (Figures SSc4, SSc5).

Étiologie

- Traction : la survenue du syndrome est favorisée par les micro-traumatismes (sport, activité professionnelle, les traumatismes en rétro-pulsion, les déséquilibres musculaires, comme ceux dus à la paralysie du trapèze) et certaines anomalies constitutionnelles.

- Compression : une fracture de la clavicule peut entraîner une atteinte du nerf supra-scapulaire si celle-ci concerne la partie latérale de la clavicule, dans sa portion descendante, sous l'insertion du muscle trapèze.
Le passage dans l'incisure scapulaire du nerf supra-scapulaire est une zone de sensibilité lors de la rotation médiale du bras. Cette compression se trouve le plus souvent chez le sujet sportif ou ayant une activité professionnelle impliquant des mouvements répétés de l'épaule.

- Section : une section du nerf peut se produire lors d'une intervention chirurgicale concernant l'épaule, la clavicule, la scapula.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : la douleur est sourde, profonde, lancinante, à prédominance nocturne. Elle peut avoir débuté brutalement, est située dans l'aire postéro-latérale de l'épaule, irradiant vers l'articulation acromio-claviculaire, le long du bord latéral du bras, vers le coude, et pouvant suivre les trajets radiculaires C5 et C6. La douleur est provoquée par l'adduction forcée du bras porté à l'horizontale (*cross body adduction*), et déclenchée par la pression sur l'échancrure coracoïdienne, sensibilisée par l'élévation de l'épaule.

- Signes moteurs : la gêne fonctionnelle est souvent décrite comme modérée. Le déficit moteur concerne l'abduction de l'épaule dans sa phase initiale, le muscle deltoïde étant intact et une impossibilité d'effectuer une rotation latérale complète. Une amyotrophie plus ou moins importante des muscles supra- et infra-épineux est souvent retrouvée.

Examens complémentaires

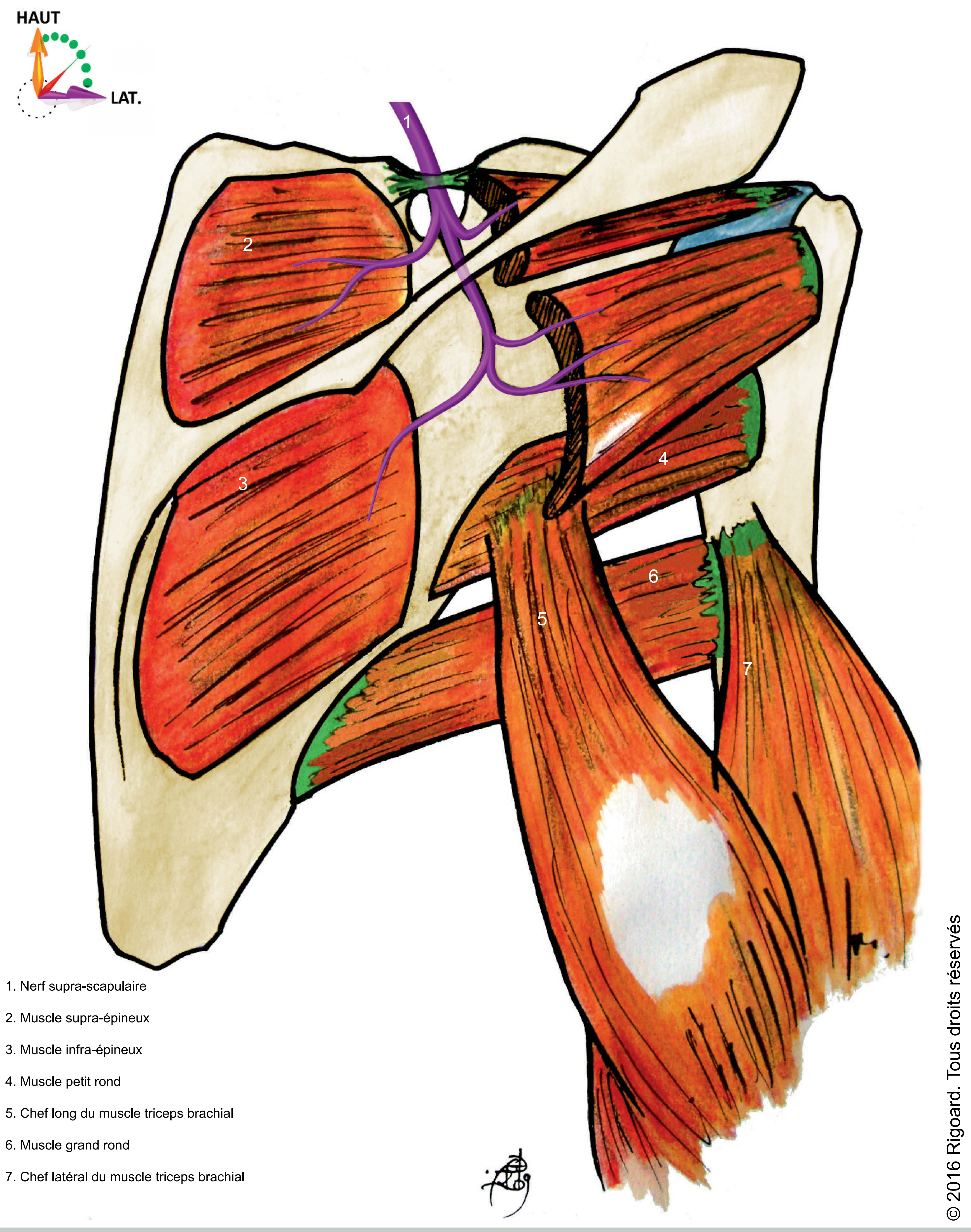
- Les radiographies de l'épaule et du rachis cervical sont le plus souvent normales.

- L'électroneuromyogramme de réalisation difficile, il permet d'objectiver une atteinte électrophysiologique du nerf subscapulaire.

- Le scanner et l'IRM permettent de mettre en évidence une compression extrinsèque.

Traitement

En première intention, c'est l'infiltration locale de corticoïdes. En cas d'échec, le traitement comprend l'ouverture chirurgicale du ligament transverse supérieur et du ligament coracoïdien, parfois associée à l'exérèse d'une adénopathie susceptible d'aggraver la compression. Le résultat est bon sur la douleur dans 70 % des cas.
La paralysie infra-épineuse récupère mieux que la paralysie supra-épineuse.



1. Nerf supra-scapulaire
2. Muscle supra-épineux
3. Muscle infra-épineux
4. Muscle petit rond
5. Chef long du muscle triceps brachial
6. Muscle grand rond
7. Chef latéral du muscle triceps brachial

Figure SSc4. Pathologie du nerf supra-scapulaire : structures anatomiques au voisinage de l'abord chirurgical passant par l'épine de la scapula (*cf.* exemple suivant)

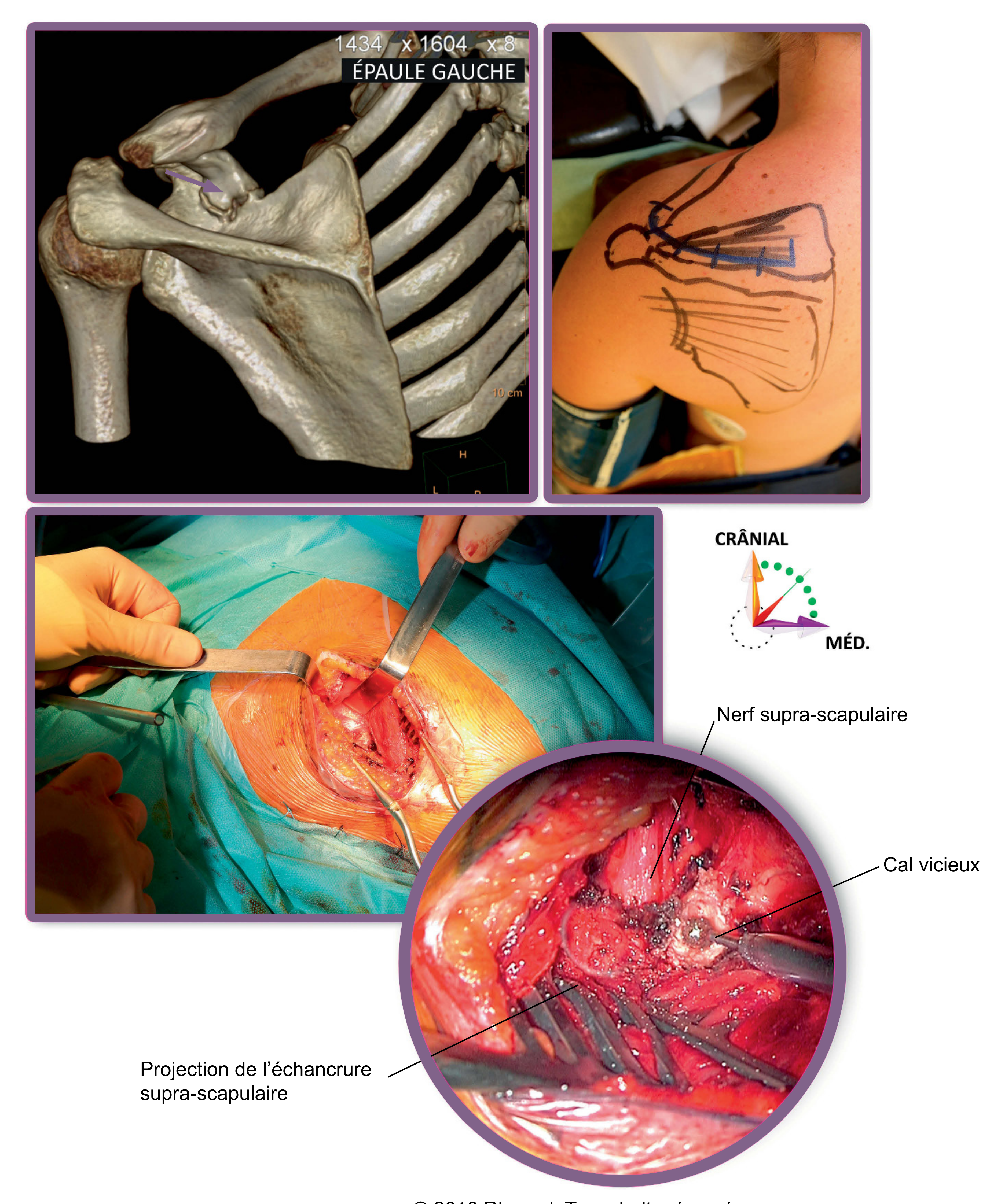


Figure SSc5. Patiente ayant présenté un cal vicieux (flèche violette) de consolidation après une fracture avec bascule importante de la clavicule gauche. Le cal constitue un pont entre le fragment claviculaire latéral et l'épine de la scapula en engainant le nerf supra-scapulaire au niveau de l'échancrure. Cette compression est responsable de douleurs transfixiantes de l'épaule, s'acutisant lors des mouvements en sonnette de la scapula et on note également une amyotrophie des muscles de la coiffe des rotateurs avec déficit d'initiation de l'abduction d'épaule. Une intervention de décompression chirurgicale du nerf supra-scapulaire par voie supra-scapulaire a été proposée à cette patiente et a permis une libération nerveuse par fraisage partiel du cal et de l'échancrure supra-scapulaire.

Le nerf thoracique long

Données morphologiques

Le nerf thoracique long est une branche collatérale motrice du plexus brachial, naissant dans sa partie supra-claviculaire.

ORIGINE

Il naît des racines C5, C6 et C7, peu après leur sortie par les foramens transversaires (Figure TL1) (Vidéo 42).

TRAJET

Le nerf thoracique long descend en arrière de ces mêmes racines, avant la formation des troncs du plexus brachial. Puis il perfore habituellement le muscle scalène moyen, et le tronc du nerf émerge derrière la clavicule pour descendre contre la paroi latérale du thorax obliquement en bas et en dehors.

Brusquement vertical au niveau de la 2e côte qui peut faire « chevalet », il atteint la première digitation du muscle dentelé antérieur. Ce dernier tapisse la partie médiale du creux axillaire. Le nerf va donner une branche pour chaque digitation du dentelé antérieur (Figure TL2) (Vidéo 43).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Dans sa portion thoracique, le nerf thoracique long répond en arrière à l'artère thoracique latérale (Figure TL2) (Vidéo 44).

BRANCHES TERMINALES

Le nerf thoracique long se termine en donnant ses fibres motrices au muscle dentelé antérieur sur sa face antéro-latérale (Vidéo 45).

FONCTION MOTRICE

Le nerf thoracique long assure l'innervation du muscle dentelé antérieur. Celui-ci se termine sur le bord médial de la scapula pour délimiter les espaces inter-serrato-thoracique et inter-serrato-scapulaire (Figure TL3). Ce nerf assure finalement l'abduction, la rotation latérale, l'abaissement de la scapula, appelé mouvement de sonnette externe de la scapula, ainsi que le maintien de la scapula contre la paroi postérieure du gril costal (Vidéo 46).

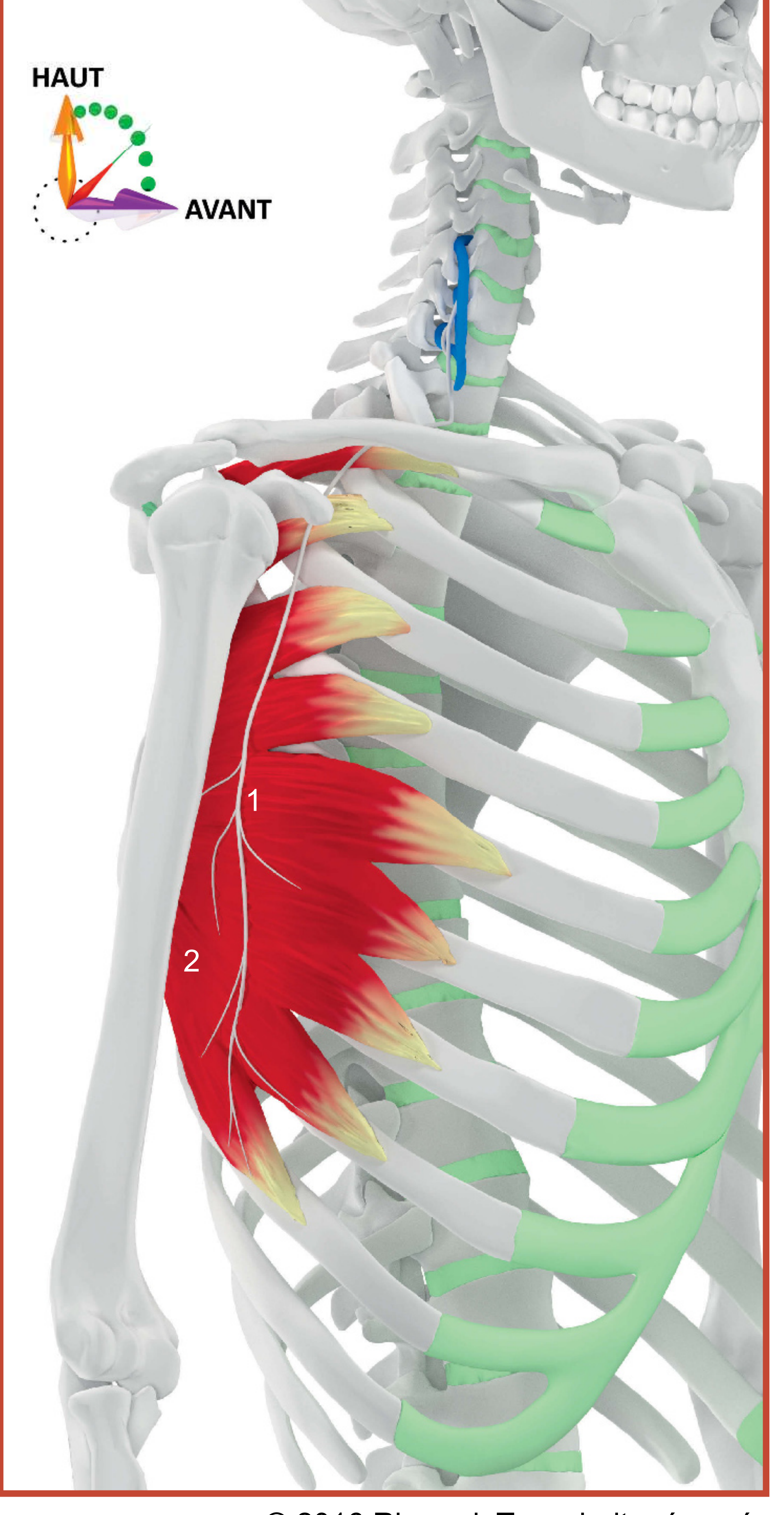
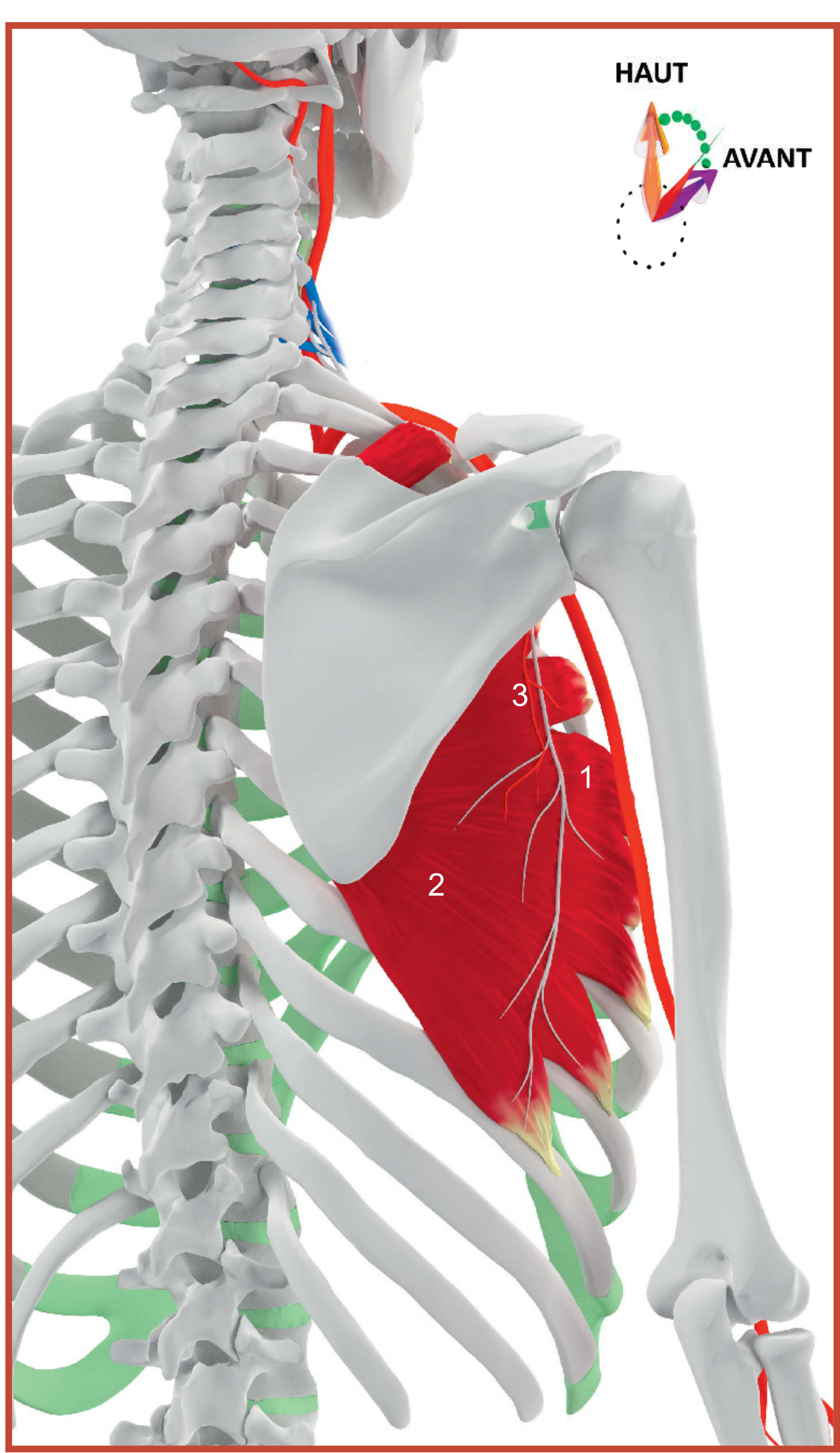


Figure TL1. Rapports osseux et innervation motrice du nerf thoracique long

1- Nerf thoracique long

2- Muscle dentelé antérieur

3- Artère thoracique latérale



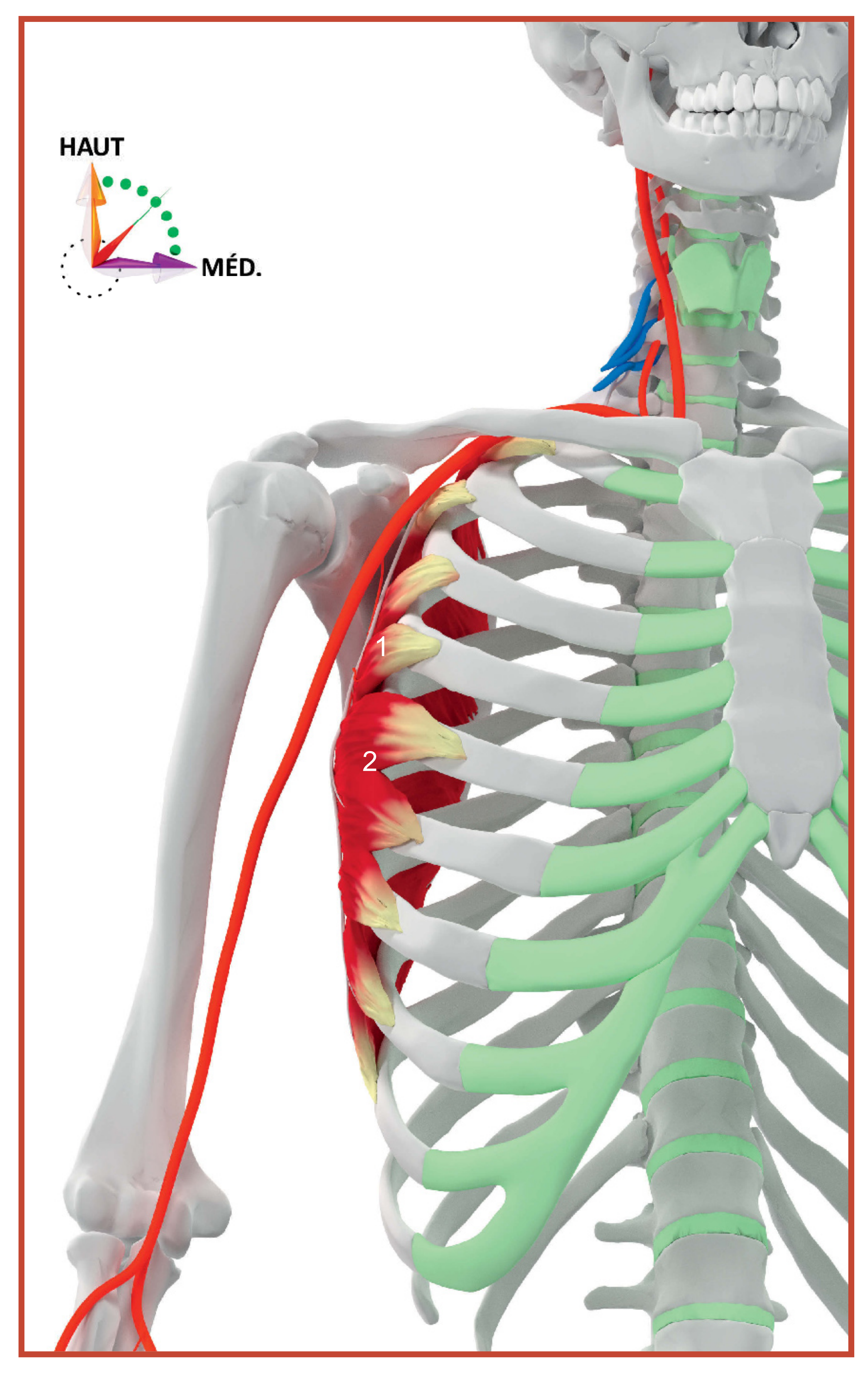
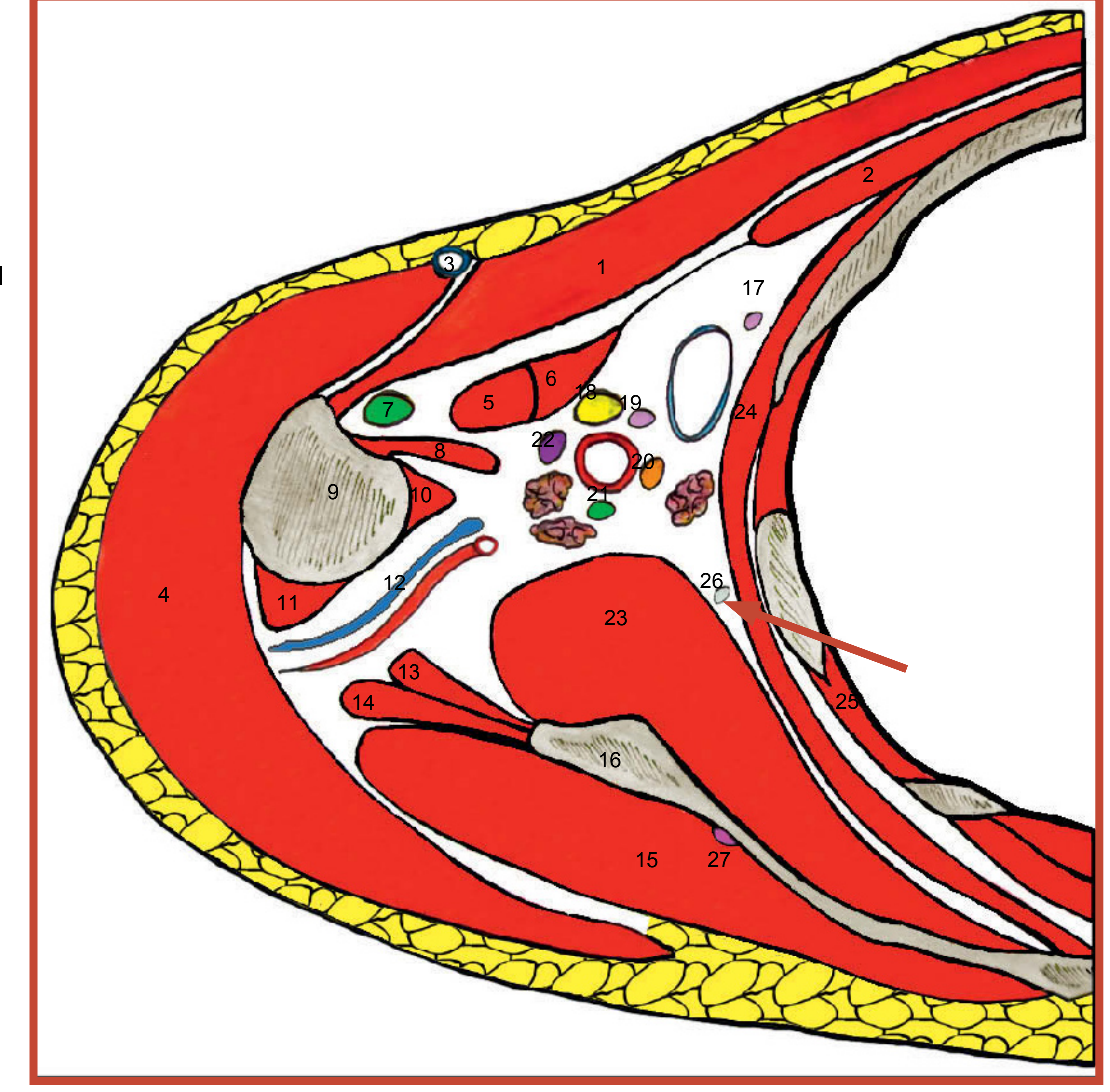


Figure TL2. Rapports osseux et innervation motrice du nerf thoracique long

Données morphologiques - Coupe

1- Muscle grand pectoral
2- Muscle petit pectoral
3- Veine céphalique
4- Muscle deltoïde
5- Chef court du muscle biceps
6- Muscle coraco-brachial
7- Tendon du chef long du muscle biceps
8- Muscle grand dorsal
9- Humérus
10- Muscle grand rond
11- Chef latéral du muscle triceps brachial
12- Artère et nerf circonflexe
13- Chef long du muscle triceps
14- Muscle petit rond
15- Muscle infra-épineux
16- Scapula
17- Nerf cutané médial du bras
18- Nerf médian
19- Nerf cutané médial de l'avant-bras
20- Nerf ulnaire
21- Nerf radial
22- Nerf musculo-cutané
23- Muscle subscapulaire
24- Muscle dentelé antérieur
25- Muscles intercostaux
26- Nerf thoracique long
27- Nerf supra-scapulaire



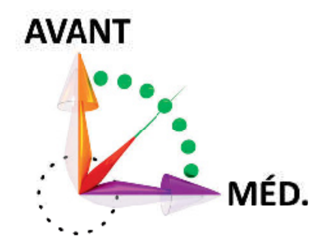


Figure TL3. Coupe axiale au creux axillaire passant par le nerf thoracique long

Pathologie

Le nerf thoracique long est fragilisé par sa gracilité et sa longueur. Il est mobile sur le chevalet de la 2e côte où il change de direction avec un angle de 60° en moyenne. Il peut être comprimé et/ou étiré lors d'un abaissement forcé du moignon de l'épaule ou lors d'une rétropulsion excessive, notamment dans certains sports ou professions : soulèvements fréquents de charges lourdes, lancers… La paralysie isolée du dentelé antérieur atteint essentiellement de jeunes adultes ayant entre 20 et 40 ans.

ÉTIOLOGIE

- Traction : elle peut se produire lors du port de charges lourdes, de traumatismes de l'épaule à type de luxation sterno-claviculaire ou de fracture de la clavicule. Les mouvements répétitifs avec extension ou rotation latérale, ou encore la protraction de l'épaule, peuvent également léser le nerf thoracique long.

- Compression : elle peut être positionnelle, notamment lors d'une anesthésie générale, lorsque le bras est placé sous le thorax du patient.

- Section : une atteinte isolée du nerf thoracique long peut se voir dans la plupart des chirurgies cardio-thoraciques.

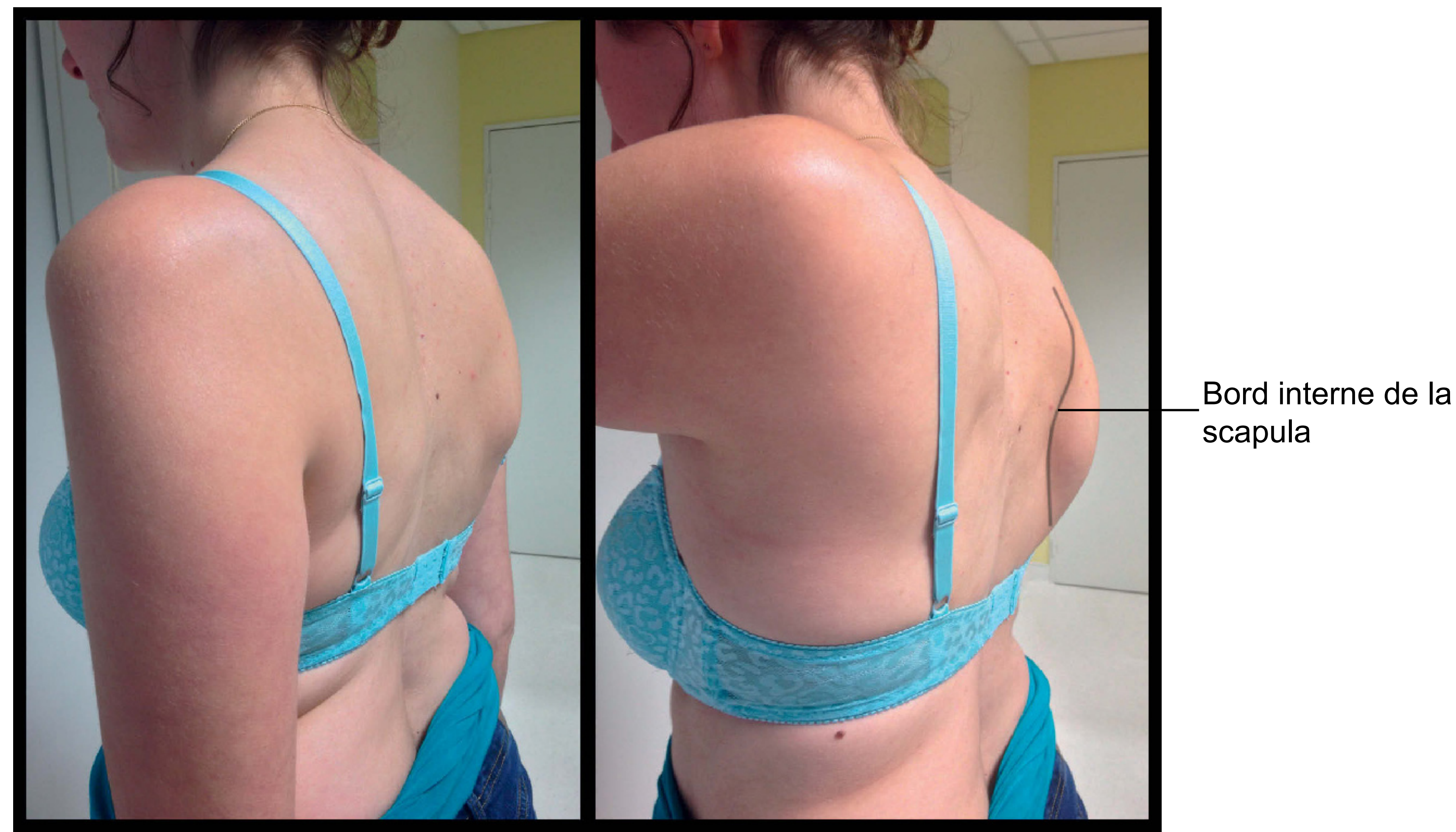
SIGNES CLINIQUES

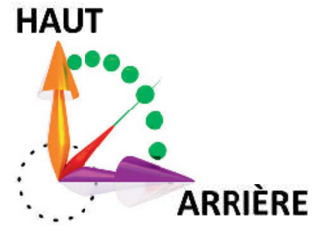
- Signes sensitifs : une douleur thoracique parascapulaire d'apparition brutale, souvent nocturne, survient dans les heures suivant l'exercice physique. La topographie douloureuse peut être variable, irradiant parfois vers le membre supérieur.

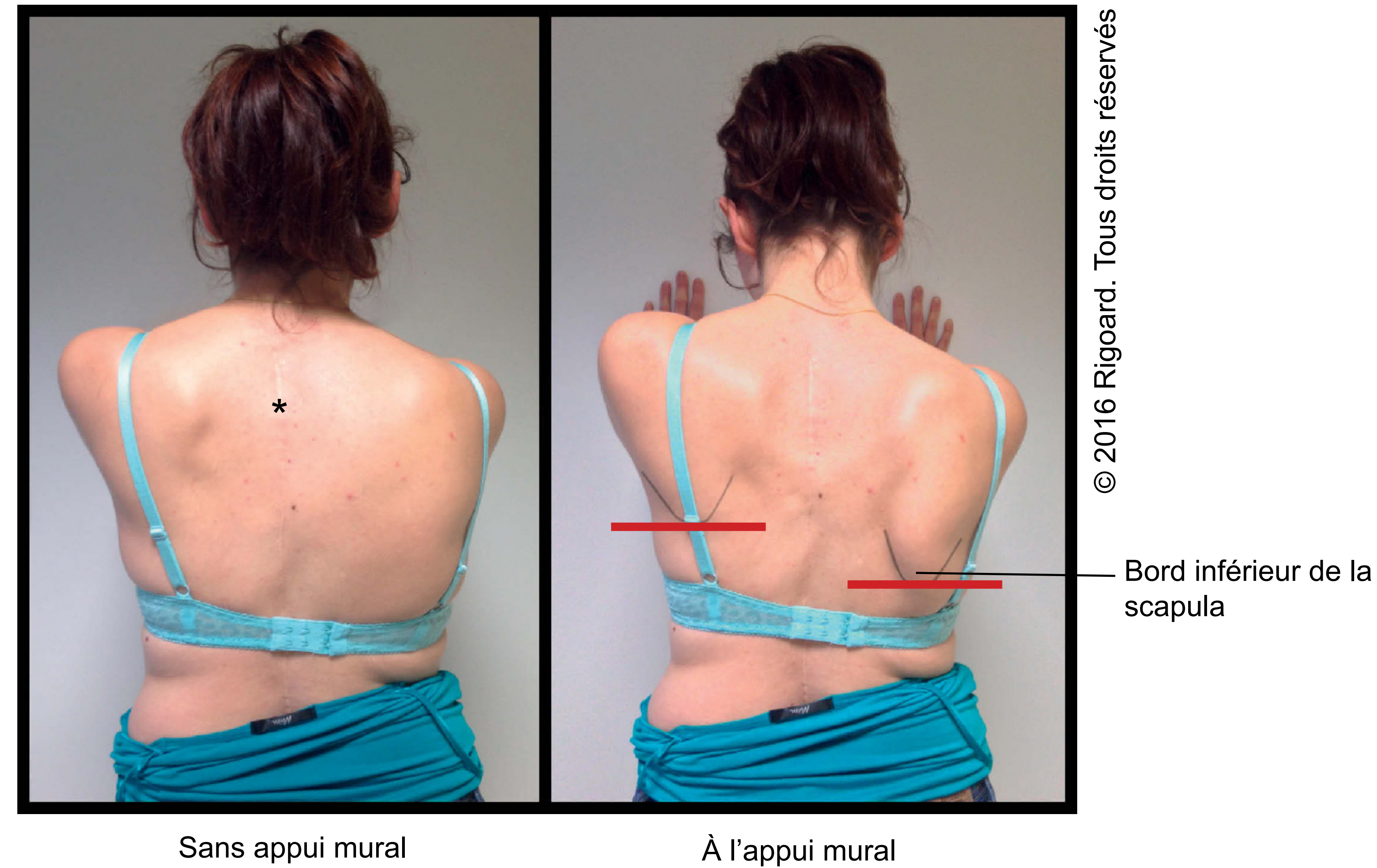
- Signes moteurs : la recherche d'une *scapula alata* lors de la pression sur un mur avec les deux mains à plat montre plus souvent une saillie unilatérale du bord spinal de la scapula qu'une bascule complète (Figure TL4).

TRAITEMENT

Le repos et la suppression des éléments déclenchants permettent en général une récupération mais qui est lente, pouvant demander 6 à 18 mois.
Une chirurgie directe au niveau du nerf est peu conseillée.
En cas de paralysie persistante pourront être proposées différentes techniques chirurgicales orthopédiques de stabilisation de la scapula, à visée palliative.







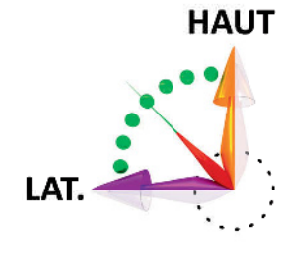


Figure TL4. Patiente présentant une *scapula alata* par lésion directe du nerf thoracique long après une chirurgie de scoliose par abord combiné, incluant un abord postérieur (*) et une thoracotomie droite

Page blanche

PLEXUS BRACHIAL

1. HARRIS, W. The true Form of the brachial plexus, and its motor distribution. J. Anat. Physiol., 1904, 38, p. 399-422.

2. KERR, A. The brachial plexus of nerves in man. The variations in its formation and branches. Am. J. Anat., 1918, p. 285-395.

3. BILLET, H. Les troncs primaires du plexus brachial. Assoc. Anatomistes, Comptes Rendus, 1933, 28.

4. FENART, R. [Morphogenesis of the brachial plexus and its relation to the formation of the neck and the arm]. Acta Anat. (Basel), 1958, 32, p. 322-360.

5. LATARJET, A., TESTUD, L. Traité d'anatomie humaine. 9e édition. Paris : G. Doin & Cie. ; 1948.

DONNÉES MORPHOLOGIQUES

ALNOT, J.-Y. Lésions traumatiques des nerfs périphériques. Expansion scientifique française, 1997.

BAUER, R., KERSCHBAUMER, F., POISEL, S. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologie. Masson, Paris, 1988.

BENZEL, E.C., Practical approaches to peripheral nerve surgery. American association of neurological surgeons, 1992.

CHANTELOT, C., FONTAINE, C., WAVREILLE, G., BARONCINI, M., DELHAYE, O. Voies d'abord des nerfs du membre inférieur. In : Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Techniques Chirurgicales : Orthopédie Traumatologie. Ed. Elsevier Masson, Paris, 44-530, 2000.

DENORMANDIE, P., DECQ, P. Atlas des techniques chirurgicales dans la spasticité, Collection Spasticité Pratique. Expression santé, Paris, 2009.

DRAKE, R., VOGL, W., et MITCHELL, A. W. Gray's Anatomie pour les étudiants, 2006.

FESSLER, R.G., SEKHAR, L.M. Atlas of neurosurgical techniques, Spine and peripheral nerve. Thieme, New York, 2006.

HONNART, F. Voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique, 3e ed. Masson, Paris, 1989.

KAMINA, P. Précis d'anatomie clinique, Tome 1 : Anatomie générale, Organogénèse des membres, Membre supérieur, Membre inférieur. Maloine, Paris, 2002.

KAMINA, P., SANTINI, J-J. Anatomie : introduction a la clinique. Nerfs des membres. Maloine, 1997.

KHALE, W. Anatomie, Tome 3 : Système nerveux et organes des sens. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 2007.

MANIKER, A.H., Operative exposure in peripheral nerve surgery. Thieme, New York, 2005.

MASQUELET, A.C., Mc CULLOUGH, C., TUBIANA, R. Voies d'abord chirurgicales du membre inférieur. Masson, Paris, 2005.

MÖLLER, T.B., REIF, E. Atlas de poche d'anatomie en coupes sériées, TDM-IRM. Tome 1 : Tête et cou. 3e éd. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 2008.

MÖLLER, T.B., REIF, E. Atlas de poche d'anatomie en coupes sériées, TDM-IRM. Tome 3 : Appareil locomoteur. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 2008.

MUMMENTHALER, M., SCHLIACK, H. Peripheral nerve lesions: diagnosis and therapy. Thieme Medical Publishers, New York, 1991.

NETTER, F. H. Atlas d'anatomie. 2e édition française traduite par P. Kamina de la 10e édition américaine, Maloine, Paris, 1999.

OBERLIN, C., TEBOUL, F, TOUAM, C. Voies d'abord des nerfs du membre supérieur. In : Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Techniques Chirurgicales : Orthopédie Traumatologie. Ed. Elsevier Masson, Paris, 44-225, 2001.

PERNKOPF, E., Atlas d'anatomie humaine. Tome 2 : Thorax, Abdomen et Membres. Piccin, Padoue, 2005.

PLATZER, W., Anatomie. Tome 1: Appareil locomoteur. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 2007.

ROHEN, J. W., YOKOCHI, C. Anatomie Humaine, 3e ed. Maloine, Paris, 1999.

ROUVIÈRE, H., DELMAS, A. Anatomie Humaine III, 1978.

ROUVIERE, H. Précis d'anatomie et de dissection. Masson, Paris, 1976.

ROY-CAMILLE, R., Atlas de chirurgie orthopédique. Tome 2 : Membre supérieur. Masson, Paris, 1990.

ROY-CAMILLE, R., Atlas de chirurgie orthopédique. Tome 3 : Membre inférieur. Masson, Paris, 1992.

SALCMAN, M., HEROS, R.C., LAWS, E.R. Jr, SONNTAG, V.K.H. KEMPE'S Operative Neurosurgery. Vol 2 : Posterior fossa, spinal cord and peripheriral disease. Springer-Verlag, New York, 2003.

TUBIANA, R. Traité de chirurgie de la main. Tome 1 : Sciences Fondamentales, Méthode d'examen. Masson, Paris, 1980.

TUBIANA, R. Traité de chirurgie de la main. Tome 2 : Techniques chirurgicales. Traumatismes de la main. Masson, Paris, 1984.

TUBIANA, R. Traité de chirurgie de la main. Tome 3 : Chirurgie des tendons, des nerfs et des vaisseaux. Masson, Paris, 1986.

TUBIANA, R. Traité de chirurgie de la main. Tome 4 : Affections neurologiques, Paralysies du membre supérieur, Syndromes canalaires. Masson, Paris, 1991.

TUBIANA, R., Mc CULLOUGH, C., MASQUELET, A.C. Voies d'abord chirurgicales du membre supérieur. Masson, Paris, 2004.

PATHOLOGIE

ARTICO, M., PASTORE, F. S., NUCCI, F. *et al*. 290 Surgical procedures for ulnar nerve entrapment at the elbow: Physiopathology, clinical experience and results. Acta neurochirurgica, 2000, vol. 142, n° 3, p. 303-308.

ATROSHI, I., GUMMESSON, C., JOHNSSON, R. *et al*. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. JAMA: the journal of the American Medical Association, 1999, vol. 282, n° 2, p. 153-158.

AYDINLIOGLU, A., CIRAK, B., AKPINAR, F. *et al*. Bilateral median nerve compression at the level of Struthers' ligament: Case report. Journal of neurosurgery, 2000, vol. 92, n° 4, p. 693-696.

BARON, D. Prise en charge locale des syndromes canalaires. Revue du rhumatisme, 2007, vol. 74, n° 4, p. 424-433.

BARTELS, R. HMA, TERMEER, E. H., VAN DER WILT, G.J. *et al*. Simple decompression or anterior subcutaneous transposition for ulnar neuropathy at the elbow: A cost-minimization analysis-Part 2. Neurosurgery, 2005, vol. 56, n° 3, p. 531-536.

BARTELS, R. H. M. A. et VERBEEK, A. L. M. Risk factors for ulnar nerve compression at the elbow: a case control study. Acta neurochirurgica, 2007, vol. 149, n° 7, p. 669-674.

BASSETT 3RD, F. H., NUNLEY, J. A. *et al*. Compression of the musculocutaneous nerve at the elbow. The Journal of bone and joint surgery. American volume, 1982, vol. 64, n° 7, p. 1050-1052.

BENAIM, J., ASWAD, R., ICARD, D. *et al.* Neuropathies proximales du musculocutané. Chirurgie de la main, 2004, vol. 23, p. S77-S85.

BOUCHAUD-CHABOT, A., ROULOT, É. Syndrome du canal carpien. Revue du rhumatisme, 2007, vol. 74, n° 4, p. 371-375.

BOUSQUET, J.C, DENJEAN .S, FAURE. C, VENIN. B, BOCHU. M. Synovial cyst involving isolated paralysis of the infraspinatus muscle. Ultrasonic diagnosis and MRI. J Radiol, 1996, vol. 77, n° 4, p. 275-77.

BRAGA-SILVA. J, FONTES N.P, FOUCHER. G., Post-operative strength after surgical release of the carpal tunnel : a randomized prospective study. Rev Bas Ortop, 1996, p. 31:355

CUDLIP, S. A., HOWE, F. A., CLIFTON, A. *et al*. Magnetic resonance neurography studies of the median nerve before

and after carpal tunnel decompression. Journal of neurosurgery, 2002, vol. 96, n° 6, p. 1046-1051.

DAILIANA, Z. H., ROULOT, E., LE VIET, D. Surgical treatment of compression of the lateral antebrachial cutaneous nerve. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 2000, vol. 82, n° 3, p. 420-423.

DAVIDSON, James J., BASSETT III, Frank H., NUNLEY II, James A. Musculocutaneous nerve entrapment revisited. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1998, vol. 7, n° 3, p. 250-255.

DE LECLUSE, J. Syndromes canalaires des nerfs axillaire, musculo-cutané et radial au coude. Journal de Traumatologie du Sport, 2010, vol. 27, n° 3, p. 152-160.

DELMOTTE, A., RIGOARD, S., BUFFENOIR, K. *et al*. Physiologie du nerf traumatisé. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, p. S13-S21.

DUMONTIER, C., SOUBEYRAN, M., LASCAR, T. *et al*. Compression du nerf thoracicus longus (Nerf de Charles-Bell). Chirurgie de la main, 2004, vol. 23, p. S63-S76.

ERBAYRAKTAR, S., SADE, B., GÜNER, E.M. *et al*. Comparison of partial excision with simple section of the transverse carpal ligament in the treatment of carpal tunnel syndrome. Plastic and reconstructive surgery, 2002, vol. 109, n° 6, p. 1953-1959.

FARMER, J.E., DAVIS, T. R. C. Carpal tunnel syndrome: a case–control study evaluating its relationship with body mass index and hand and wrist measurements. Journal of Hand Surgery (European Volume), 2008, vol. 33, n° 4, p. 445-448.

GERRITSEN, A. AM, KORTHALS-DE BOS, I. B. C., LABOYRIE, P. M. *et al*. Splinting for carpal tunnel syndrome: prognostic indicators of success. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 2003, vol. 74, n° 9, p. 1342-1344.

GERRITSEN, A. AM, DE KROM, M., STRUIJS, M. A. *et al*. Conservative treatment options for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomised controlled trials. Journal of neurology, 2002, vol. 249, n° 3, p. 272-280.

GERVASIO, O., GAMBARDELLA, G., ZACCONE, C. *et al*. Simple decompression versus anterior submuscular transposition of the ulnar nerve in severe cubital tunnel syndrome: a prospective randomized study. Neurosurgery, 2005, vol. 56, n° 1, p. 108-117.

KIM.D.H, MUROVIC.J.A, TIEL.R.L, KLINE, D.G. Management and outcome of 42 supra-scapular nerve injuries and entrapments, Neurosurgery, 2005, vol. 57, p.120-127.

KIM, D. H., MUROVIC, J. A., KIM, Y.-Y. *et al*. Surgical treatment and outcomes in 45 cases of posterior interosseous nerve entrapments and injuries. Journal of neurosurgery, 2006, vol. 104, n° 5, p. 766-777.

KIM, D. H., MUROVIC, J. A., KIM, Y.-Y. *et al*. Surgical treatment and outcomes in 15 patients with anterior interosseous nerve entrapments and injuries. Journal of neurosurgery, 2006, vol. 104, n° 5, p. 757-765.

LAPIERRE, F., BUFFENOIR, K., GIOT, J.-P. *et al*. Les principaux syndromes canalaires. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, n° 4, p. 393-412.

LAPIERRE, F., RIGOARD, P., WAGER, M. Tumeurs des nerfs périphériques. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, n° 4, p. 413-420.

LE VIET, D., VAN DER LINDEN, D. M. M., FAIVRE, S. Syndromes canalaires rares du membre supérieur. Chirurgie de la main, 2004, vol. 23, p. S210-S215.

LUSSIEZ, B. et ALLIEU, Y. Compression du nerf radial à la gouttière de torsion humérale (syndrome de Lotem). Chirurgie de la main, 2004, vol. 23, p. S102-S109.

MANSAT, M. Syndromes canalaires et des defilés Enc. Med Chir Paris, 1986, vol. 15005, p. A10-A11.

MARTIN. B.I, STEVENSON. L.M, HOLLINGWORTH. W, KLIOT. M, HEAGERTY. P.J, TURNER. J.A, JARVIK. J.G. Randomized clinical trial of surgery versus conservative therapy for carpal tunnel syndrome, BMC, Musculoskelet disord, 2005, vol.18, n° 6, p. 2-3.

MOUTET, F. Compression du nerf ulnaire à la loge de Guyon. Chirurgie de la main, 2004, vol. 23, p. S134-S140.

MUMENTHALER, M. Peripheral nerve lesions: diagnosis and therapy. G. Thieme, 1991.

NOTERMAN, J. La pathologie chirurgicale du nerf périphérique, Acta chirurgica Belgica, 1975, p.1-192.

O'GRADAIGH, D., MERRY, P. Corticosteroid injection for the treatment of carpal tunnel syndrome. Annals of the rheumatic diseases, 2000, vol. 59, n° 11, p. 918.

PAZZAGLIA, C., CALIANDRO, P., APRILE, I. *et al*. Multicenter study on carpal tunnel syndrome and pregnancy incidence and natural course. In : Advanced Peripheral Nerve Surgery and Minimal Invasive Spinal Surgery. Springer Vienna, 2005, p. 35-39.

POGLIACOMI, F., PERELLI-ERCOLINI, D., VAIENTI, E. *et al*. Isolated atrophy of the infraspinatus muscle in baseball players]. Acta bio-medica de L'Ateneo parmense: organo della Società di medicina e scienze naturali di Parma, 2000, vol. 71, n° 5, p. 127.

RAIMBEAU, G. et SAINT-CAST, Y. Compressions du nerf radial au coude. Chirurgie de la main, 2004, vol. 23, p. S86-S101.

RIGOARD, P., BUFFENOIR-BILLET, K., GIOT, J.-P. *et al*. Bases anatomiques des voies d'abord chirurgicales des nerfs du membre supérieur: à l'usage des jeunes neurochirurgiens. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, n° 4, p. 384-392.
ROULOT, E., CHARLEZ, C. Le nerf ulnaire au coude. Chirurgie de la main, 2004, vol. 23, p. S110-S127.

SERRA, L., PANAGIOTOPOULOS, K., BUCCIERO, A. *et al*. Endoscopic release in carpal tunnel syndrome: Analysis of clinical results in 200 cases. min-Minimally Invasive Neurosurgery, 2003, vol. 46, n° 01, p. 11-15.

SHAPIRO, S. Microsurgical carpal tunnel release. Neurosurgery, 1995, vol. 37, n° 1, p. 66-70.

SIQUEIRA, M. G., MARTINS, R. S., JANJUA, R. M. *et al*. The controversial arcade of Struthers. Commentary. Surgical neurology, 2005, vol. 64, p. S1. 17-S1. 21.

TAHA, A., GALARZA, M., ZUCCARELLO, M. *et al*. Outcomes of cubital tunnel surgery among patients with absent sensory nerve conduction. Neurosurgery, 2004, vol. 54, n° 4, p. 891-896.
THOMA, A., VELTRI, K., HAINES, T. *et al*. A meta-analysis of randomized controlled trials comparing endoscopic and open carpal tunnel decompression. Plastic and reconstructive surgery, 2004, vol. 114, n° 5, p. 1137-1146.

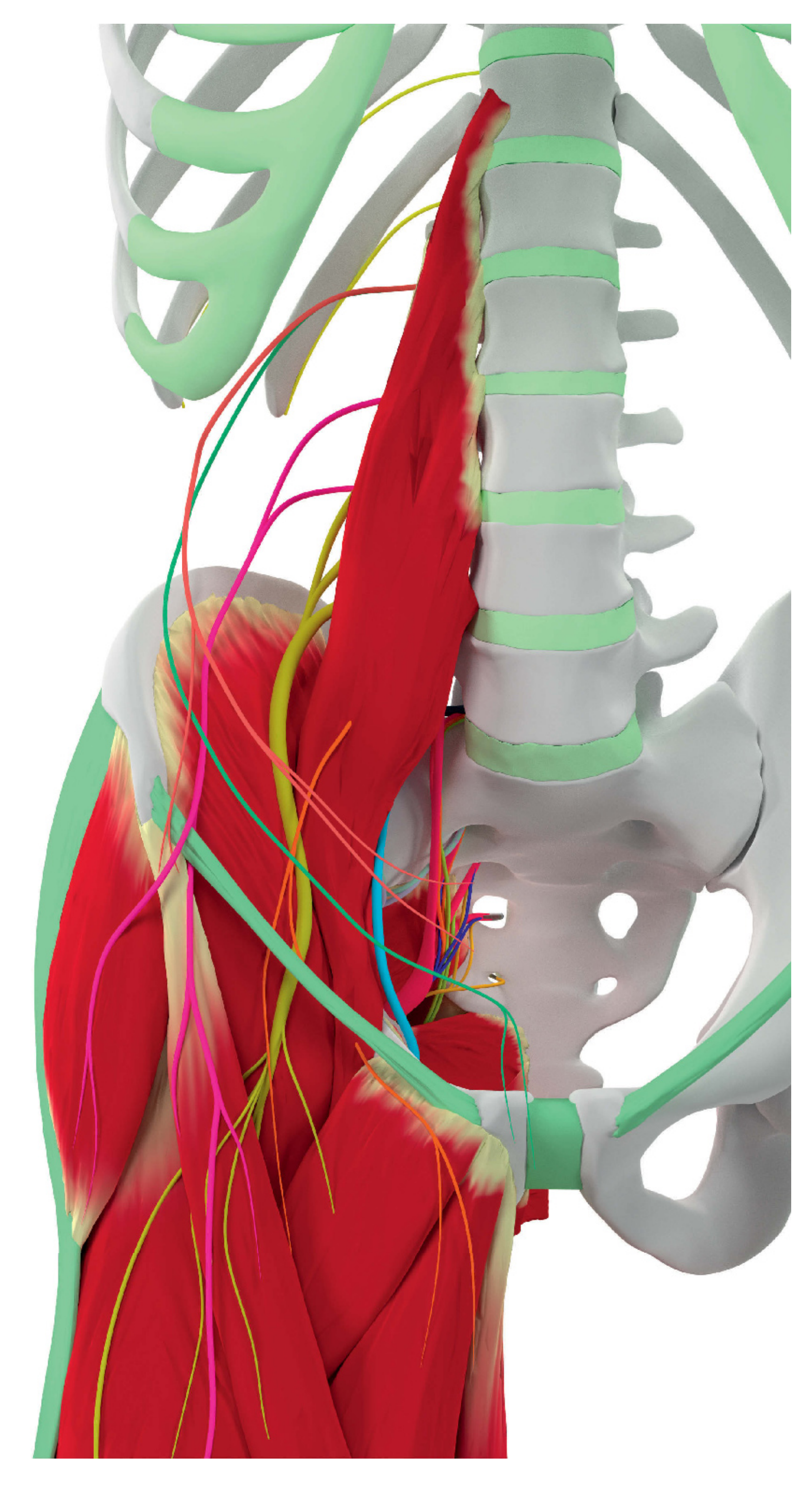
WEBER, R. A., BOYER, K. M. Consecutive versus simultaneous bilateral carpal tunnel release. Annals of plastic surgery, 2005, vol. 54, n° 1, p. 15-19.

Page blanche

III

MEMBRE INFÉRIEUR

PLEXUS LOMBO-SACRÉ



Le plexus lombaire

L'innervation du membre inférieur est assurée par le plexus lombo-sacré.

Le plexus lombaire est constitué par la réunion des branches ventrales des quatre premiers nerfs spinaux lombaires. Cette connexion a lieu entre le chef corporéal en avant et le chef costo-transversaire en arrière du muscle psoas, au niveau des apophyses transverses des vertèbres lombaires. Dans plus de la moitié des cas, un rameau issu de T12 participe à la constitution du plexus lombaire. À son origine, le plexus lombaire est triangulaire en s'élargissant caudalement et latéralement. Il traverse le muscle ilio-psoas, puis répond en avant au rein et en arrière aux muscles carré des lombes.

Le rameau ventral de L1 se divise en trois branches : une branche supérieure, constituant le nerf ilio-hypo-gastrique, une branche intermédiaire, constituant le nerf ilio-inguinal, une branche inférieure, se réunissant avec le rameau ventral de L2 pour constituer le nerf génito-fémoral.

Le rameau ventral de L2 se divise en quatre branches participant respectivement à la constitution des nerfs génito-fémoral (en s'anastomosant avec une branche du rameau ventral de L1), cutané latéral de cuisse (en s'anastomosant avec un rameau de L3), obturateur et fémoral.

Le rameau ventral de L3 se divise en trois branches : le rameau anastomotique avec L2 constituant le nerf cutané latéral de cuisse, le nerf fémoral et également le nerf obturateur.

Le rameau ventral de L4 se divise en trois branches : une branche constituant le nerf fémoral, une branche constituant le nerf obturateur, une branche s'anastomosant avec le rameau ventral de L5 pour constituer le tronc lombo-sacral, des branches terminales du plexus lombaire (Figure PL1).

Durant son bref trajet, le plexus lombaire décoche des rameaux destinés aux muscles avoisinants notamment les muscles carré des lombes et ilio-psoas en arrière, le muscle petit psoas en avant.

Au total, le plexus lombaire décoche deux branches, importantes pour l'innervation du membre inférieur : les branches ventrales issues de L2, L3 et L4 se réunissent pour former le nerf obturateur, les branches dorsales de L2, L3 et L4 donnent des divisions dont les plus volumineuses s'anastomosent pour constituer le nerf fémoral, les plus fines constituant le nerf cutané latéral de cuisse (Figure PL2).

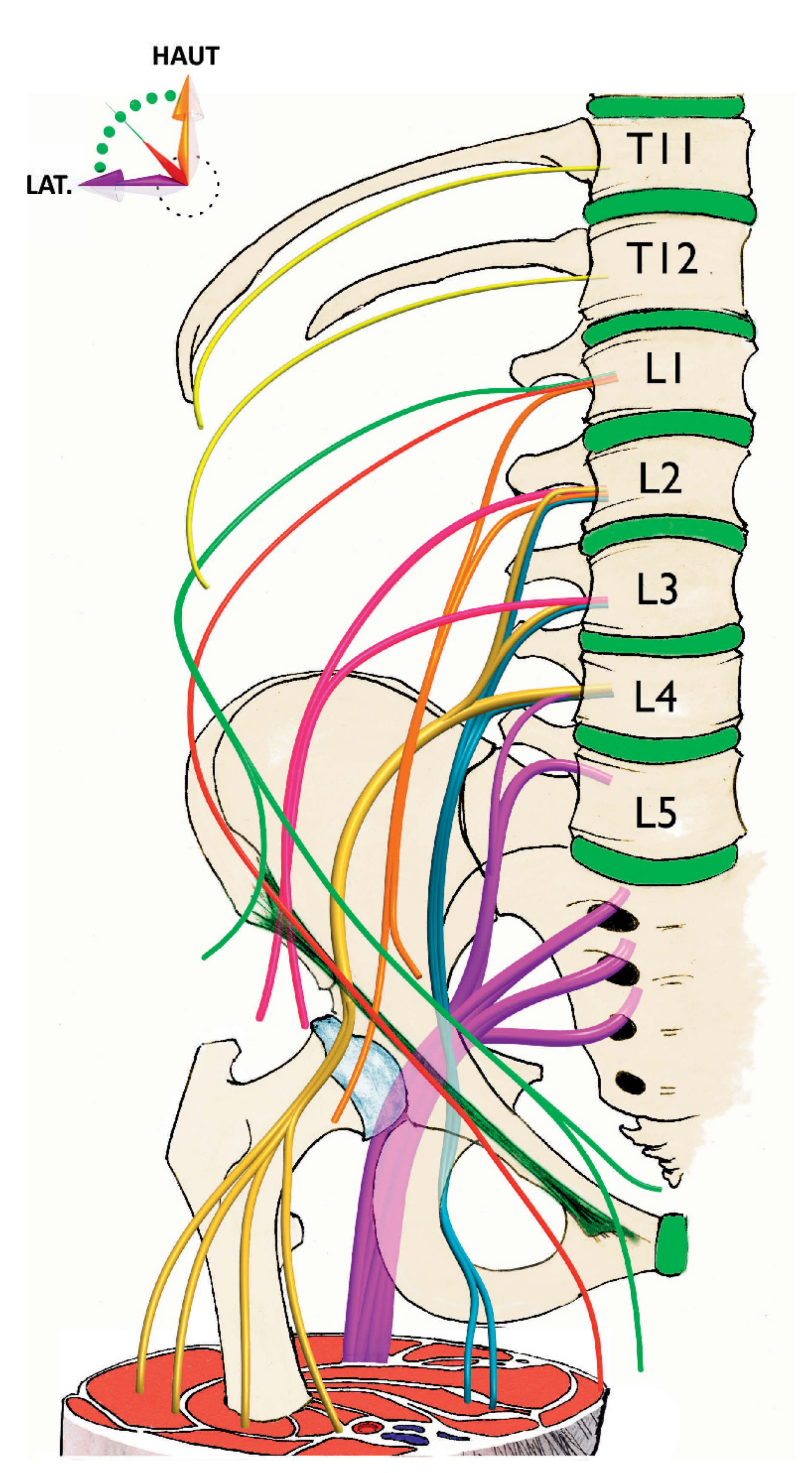


Figure PL1. Vue globale du plexus lombo-sacré

L1
L2
L3
L4
L5
Ilio-hypogastrique
Ilio-inguinal
Génito-fémoral
Cutané latéral de la cuisse
Tronc lombo-sacral

COLLATÉRALES

L1
L2
L3
L4
L5
Fémoral
Obturateur

TERMINALES

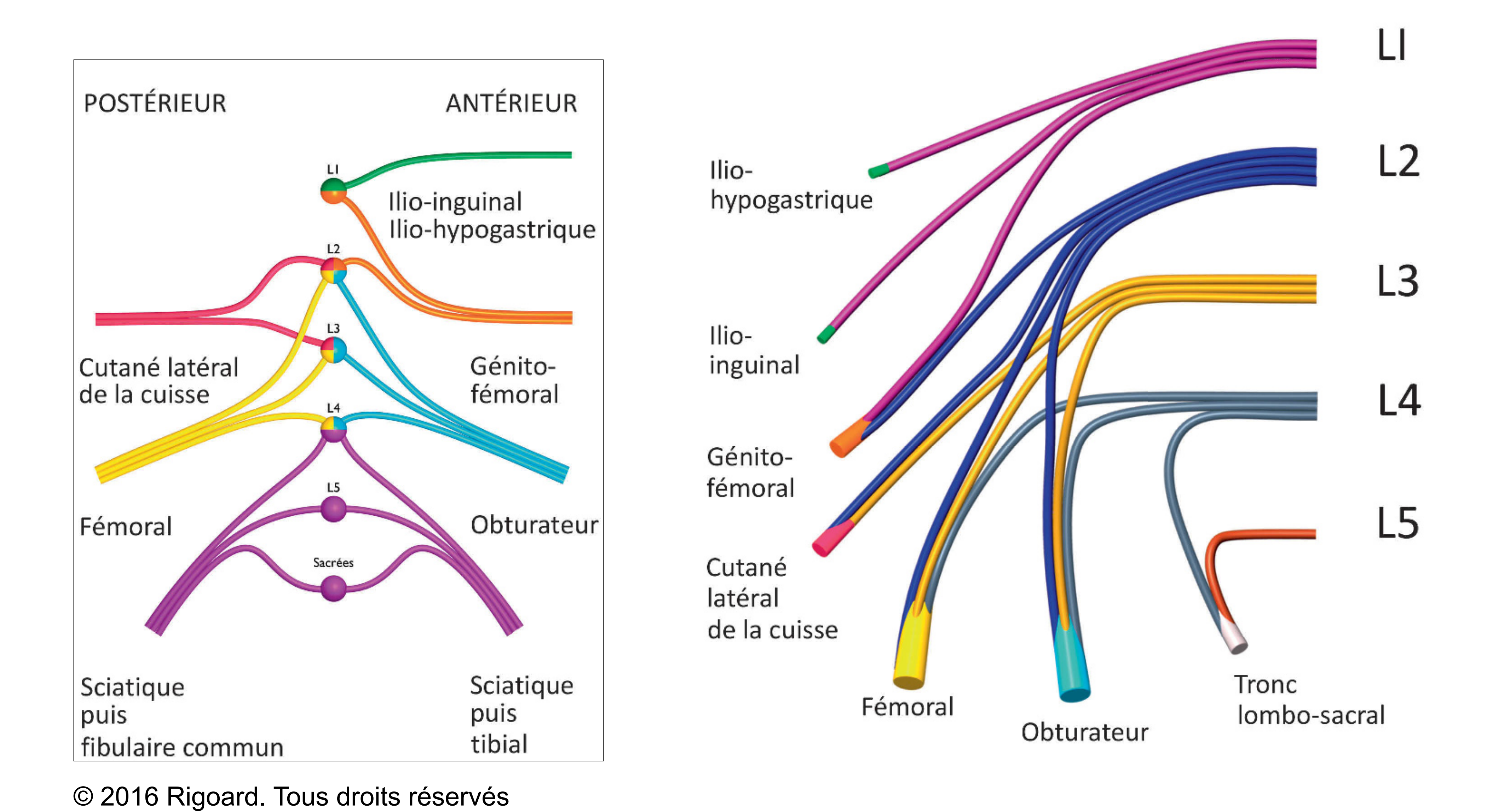


Figure PL2. Origine des branches du plexus lombaire

Le plexus sacré

Les fibres de la branche antérieure de L4 s'unissent à L5 pour former le tronc lombo-sacré. Celui-ci émerge au bord médial du psoas et pré-croise l'articulation sacro-iliaque pour pénétrer dans le bassin et participer à la constitution du plexus sacré. Ce dernier est situé en avant du muscle piriforme, au niveau de la paroi postérieure du bassin. Il provient de la réunion du tronc lombo-sacré et des branches antérieures du nerf sacré sortant par les foramens sacrés antérieurs pour converger en descendant.

Le plexus sacré est donc constitué par la réunion des trois premières racines sacrées et du tronc lombo-sacré. Il se divise en plexus sacré proprement dit (L4-S3), se destinant à l'innervation du membre inférieur et de la ceinture pelvienne et en plexus pudendal (S2-S4), spécifiquement dédié à l'innervation des organes génitaux externes et des viscères pelviens. La majeure partie des rameaux ventraux de S1, S2 et S3 fusionne avec le tronc lombo-sacré pour former le nerf sciatique (Figure PL4).

Le plexus lombo-sacré décoche plusieurs branches collatérales (Figure PL3) :

- au niveau des branches ventrales, on retrouve : le nerf du muscle obturateur interne, le nerf du muscle carré fémoral, les nerfs du muscle jumeau supérieur et inférieur ;

- au niveau des branches dorsales, on retrouve : le nerf du muscle piriforme, le nerf glutéal supérieur (pour les muscles petits et moyens fessiers ainsi que pour le tenseur du *fascia lata*), le nerf glutéal inférieur (pour le muscle grand fessier), le nerf cutané postérieur de la cuisse. Ce nerf sensitif est constitué de neurofibres issues de S1, S2 et S3 (Figure PL4). Il sort du pelvis à travers le foramen infra-piriforme pour donner une branche glutéale, les nerfs cluniaux inférieurs, une branche périnéale et des rameaux cutanés pour la face postérieure de la cuisse, de la fosse poplité et de la fosse postérieure de la jambe en regard de l'espace inter-gastrocnémien.

Le plexus lombo-sacré s'anastomose avec le plexus pudendal et les ganglions sympathiques pelviens. En 1922, Bonniot[1] rapporte des variations classiques de constitution du plexus lombaire : les statistiques ne semblent pas opportunes, mais environ un tiers des plexus lombaires disséqués dans cet ouvrage présentent une extension crâniale ou caudale de leur consitution.

Cette description des variations de constitution du plexus lombaire semble la plus adaptée et permet d'évoquer dans leur globalité les autres descriptions. Sherrington décrivait des plexus pré- et post-fixés. Langley décrivait, quant à lui, des plexus antérieurs et postérieurs et, différence sémantique, Bardeen et Etling[2] mentionnaient des plexus proximaux, médians et distaux.

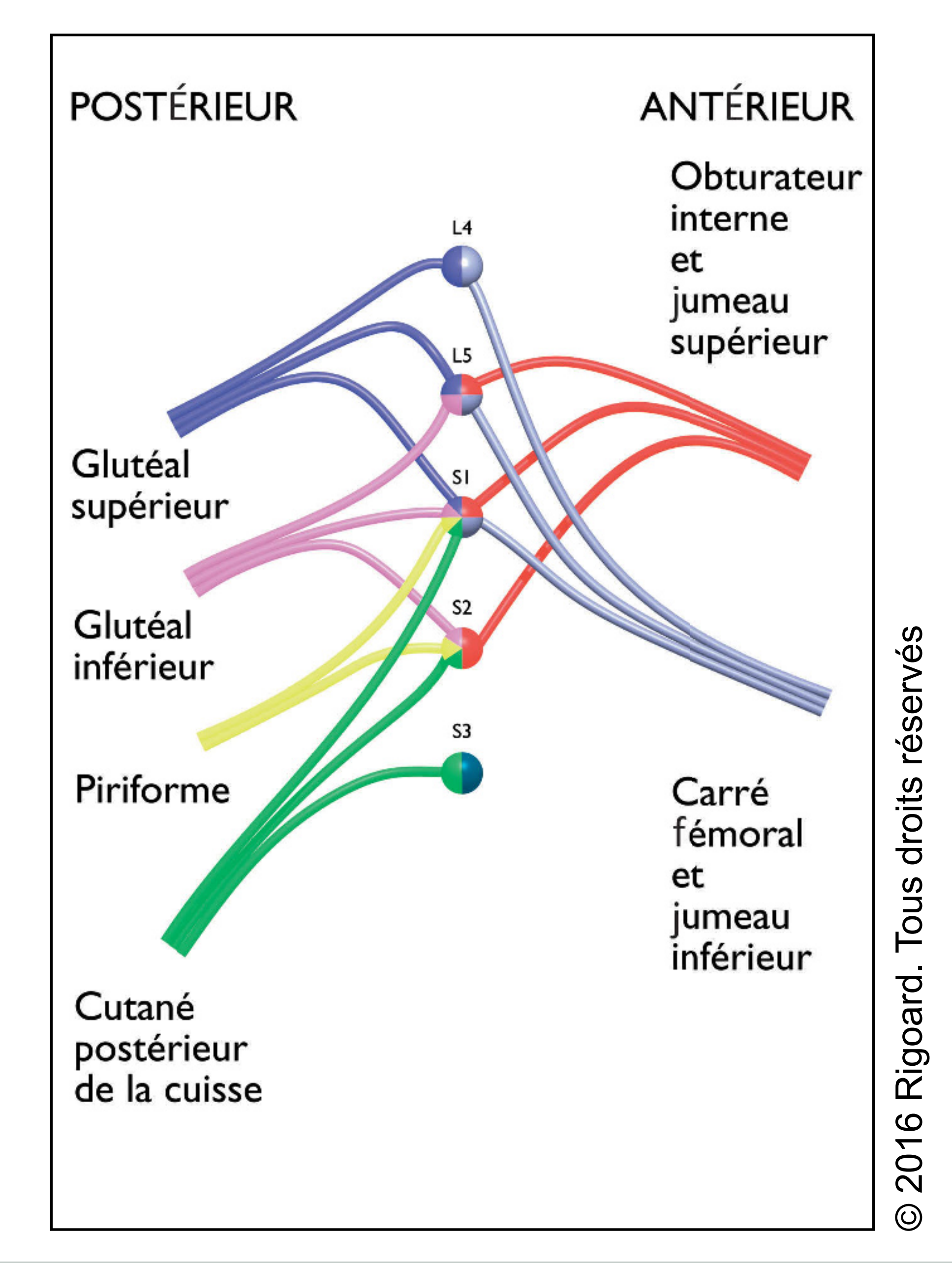


Figure PL3. Origine des branches collatérales du plexus sacré

T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5

Nerf Ilio-hypogastrique

Nerf ilio-inguinal

Nerf génito-fémoral

Nerf cutané latéral de la cuisse

Nerf fémoral

Nerf obturateur

Nerf sciatique

HAUT
MÉD.

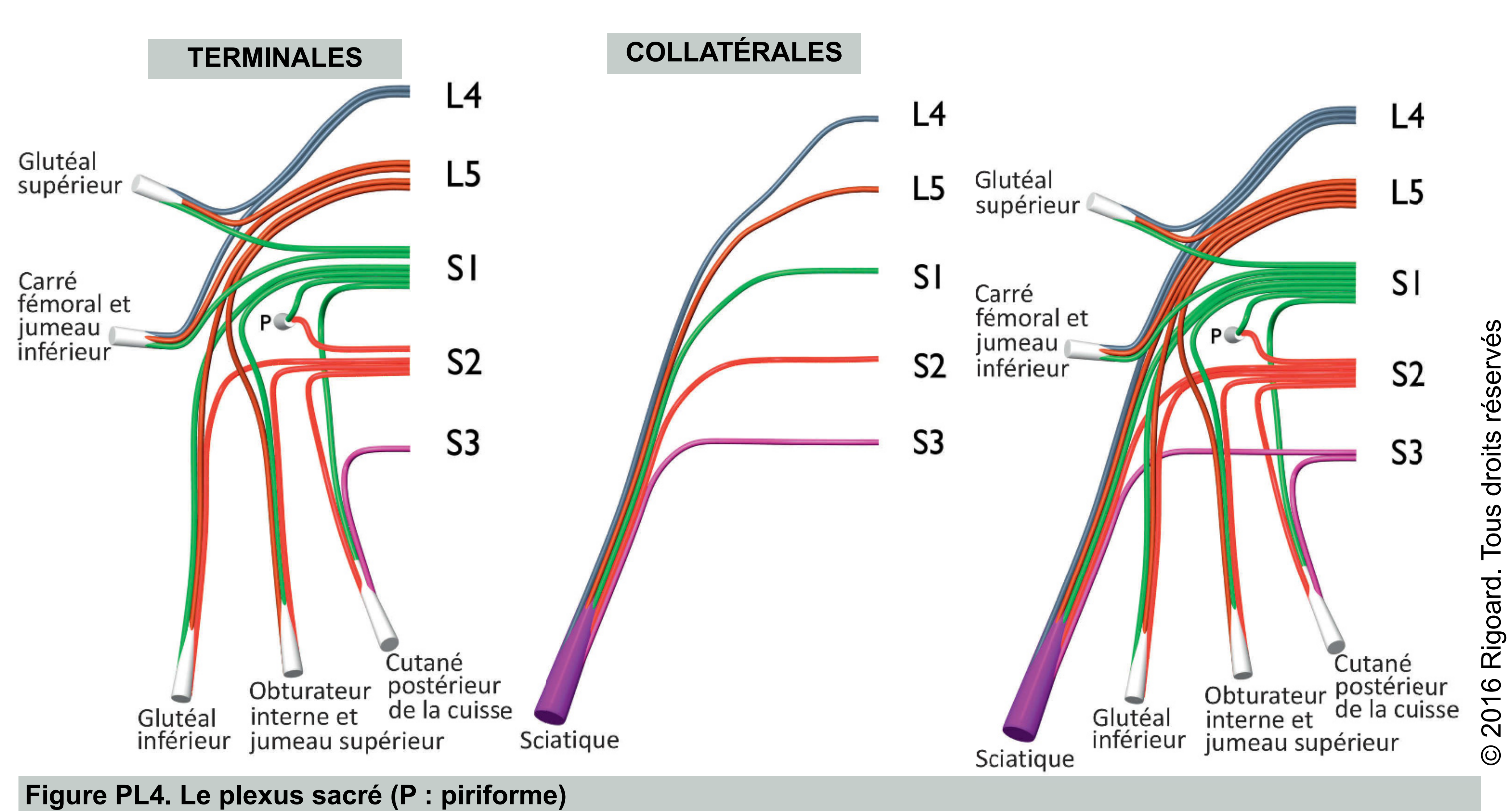


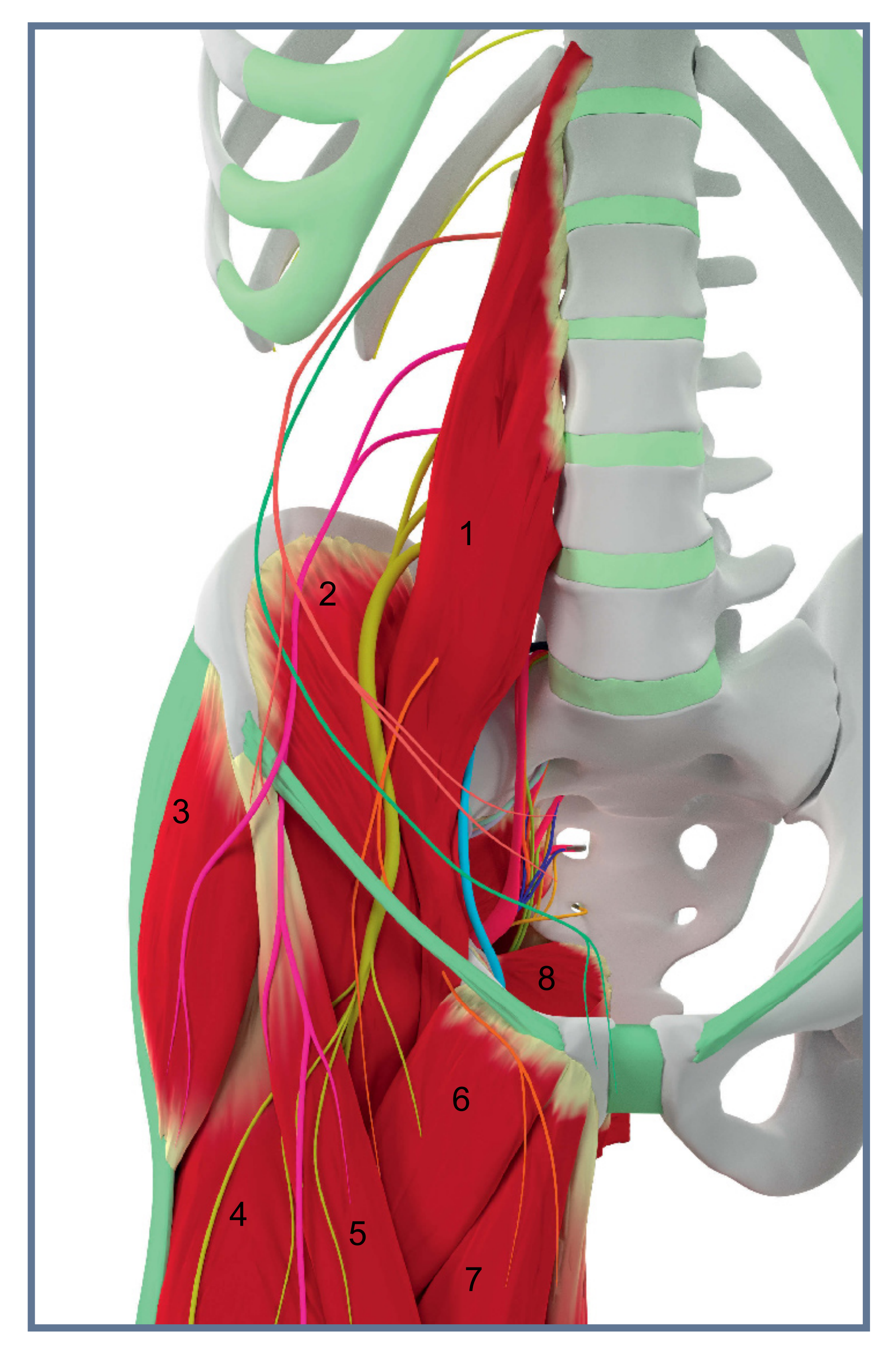
Figure PL4. Le plexus sacré (P : piriforme)

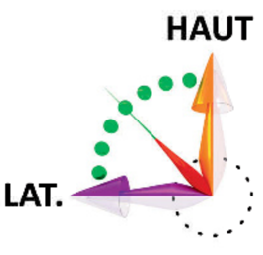
Rapports des plexus lombaire et sacré

Après la sortie des racines du trou de conjugaison, les troncs du plexus se constituent et passent en avant des apophyses transverses des deuxième, troisième et quatrième vertèbres lombaires.

Au niveau lombaire, les branches du plexus sont en rapport étroit avec les deux chefs du muscle grand psoas, entre lesquels s'insinue la veine lombaire ascendante. Celle-ci passe en avant des rameaux ventraux de L5-L4 et remonte pour se positionner le plus souvent en arrière des rameaux ventraux de L2 puis de L1 (Figures PL5, PL6, PL7).

Au niveau sacré, le plexus est recouvert par le fascia pelvien pariétal et répond en avant aux vaisseaux iliaques internes et à l'uretère. Les rapports vasculaires sont essentiellement artériels (artère glutéale supérieure pour le tronc lombo-sacral et S1, artère glutéale inférieure pour L2 et S3, artère sacrale latérale en avant de S1 et artère pudendale interne en dessous du plexus) (*cf.* Tome II). La veine iliolombaire chemine entre les deux racines du tronc lombo-sacré, puis se dirige en arrière du plexus lombaire.





1- Muscle grand psoas

2- Muscle ilio-psoas

3- Muscle tenseur du *fascia lata*

4- Muscle droit fémoral

5- Muscle sartorius

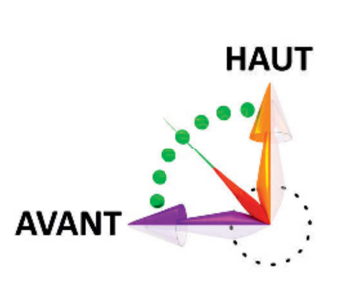
6- Muscle pectiné

7- Muscle long adducteur

8- Muscle gracile

9- Muscle obturateur interne

10- Muscle élévateur de l'anus



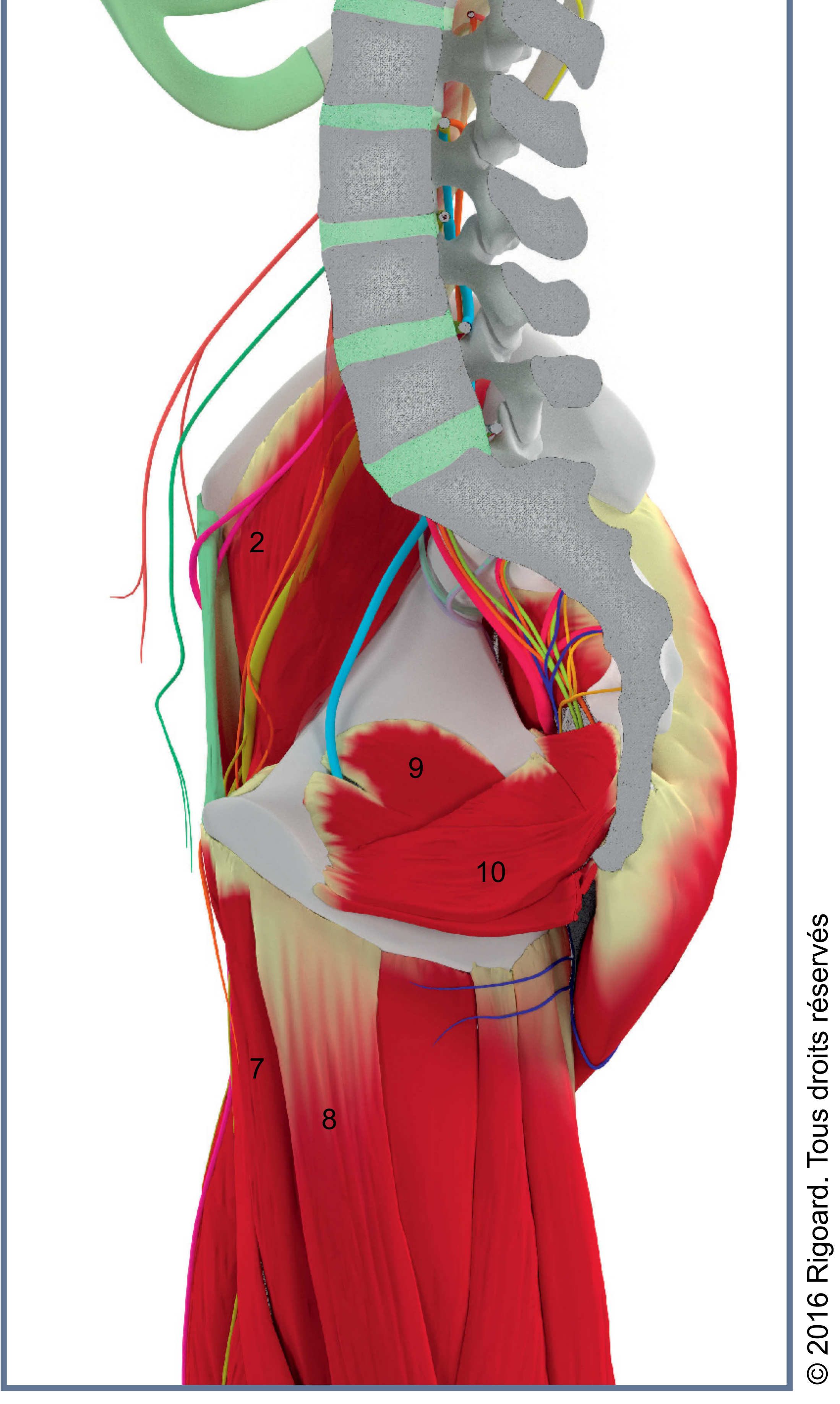
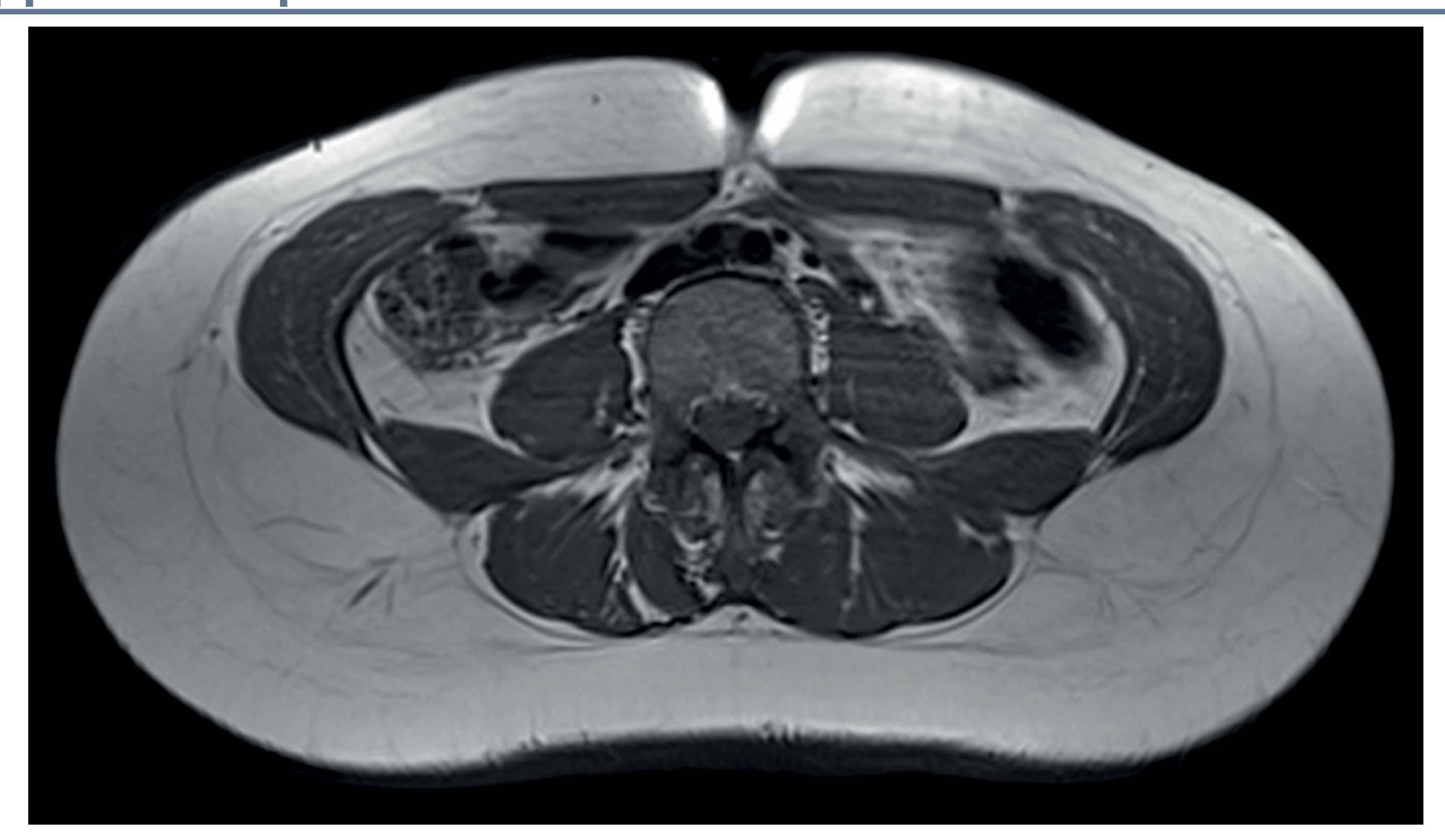
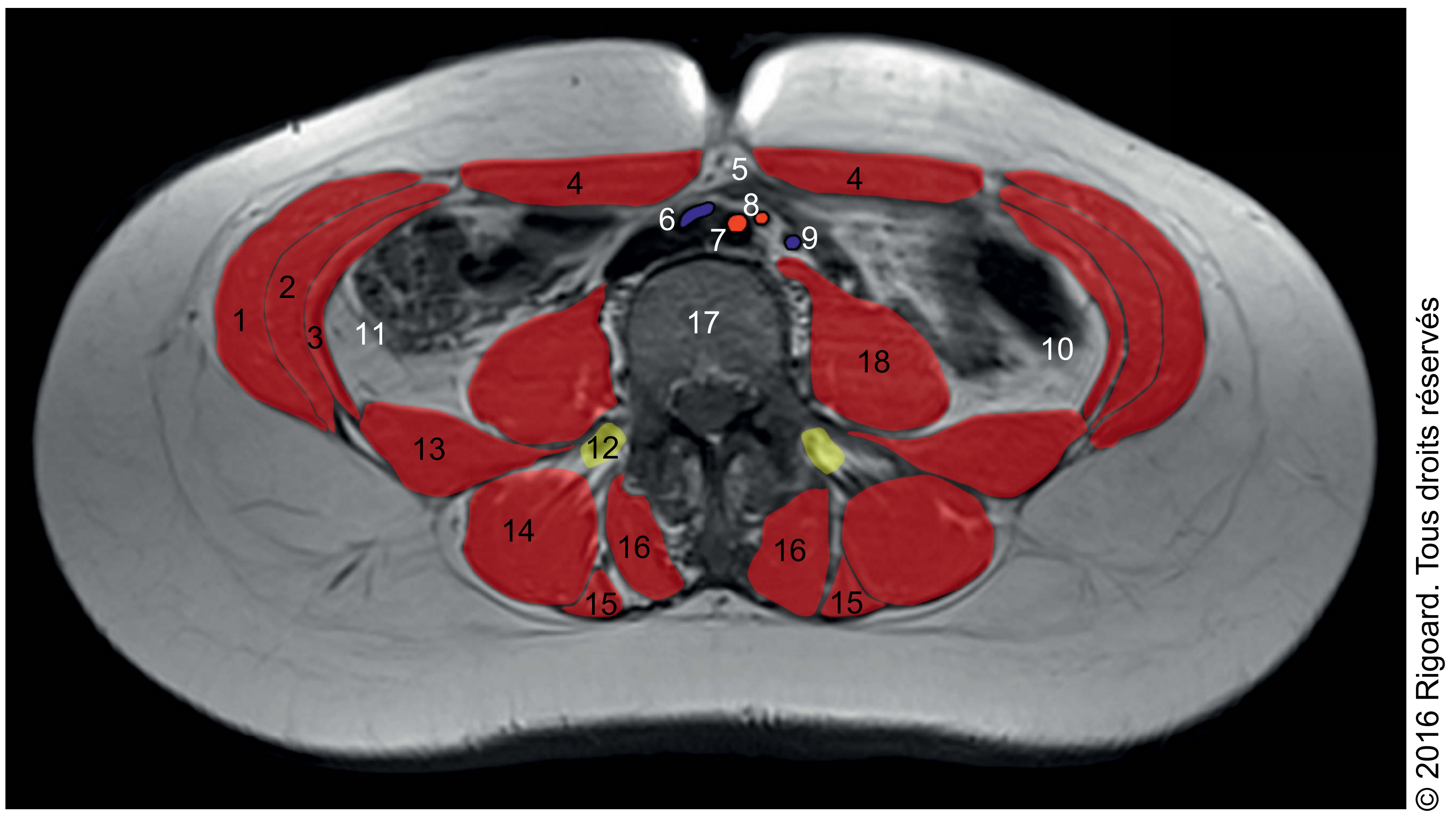


Figure PL5. Principaux rapports musculaires des plexus lombaire et sacré

Rapports des plexus lombaire et sacré

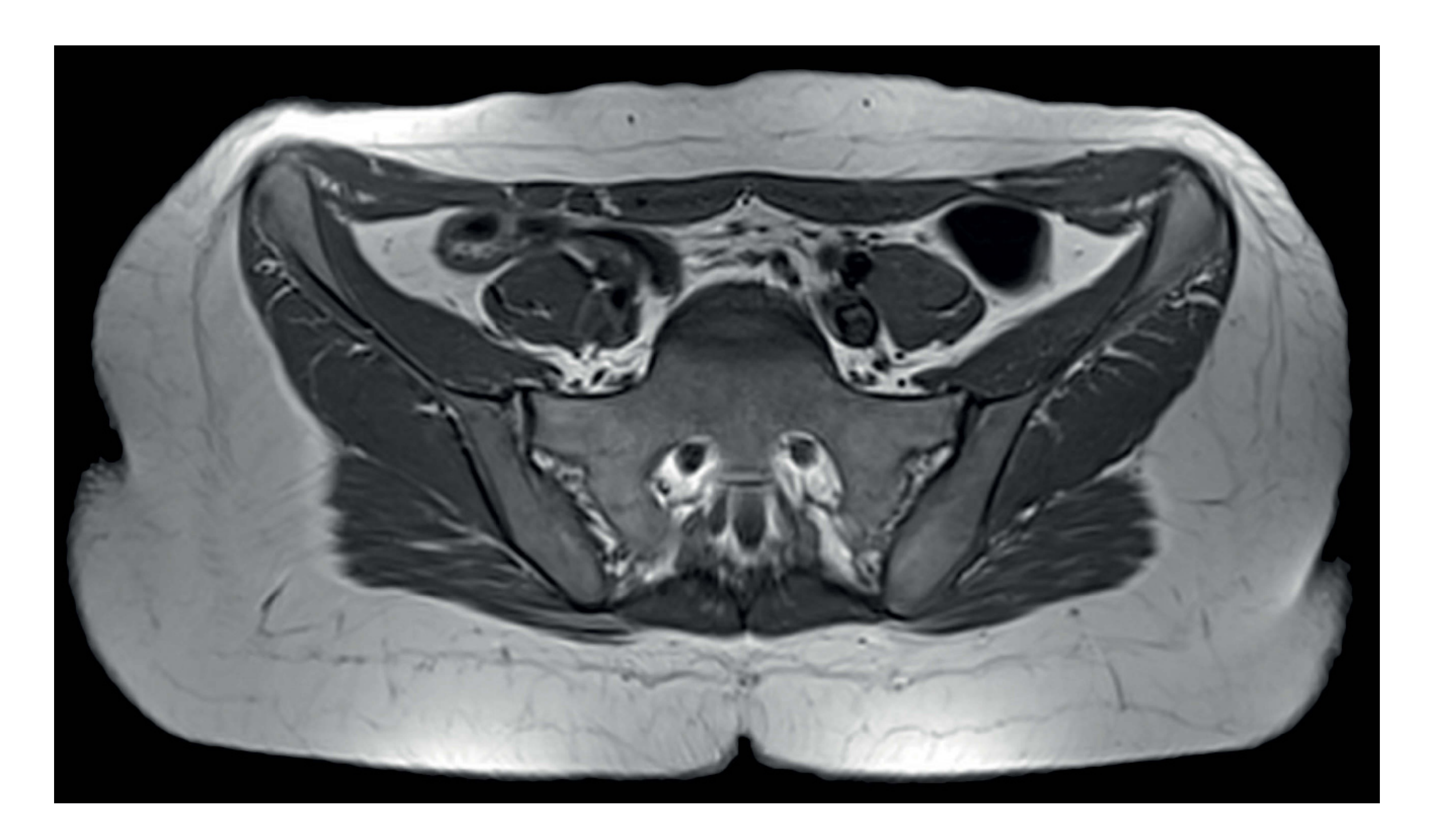


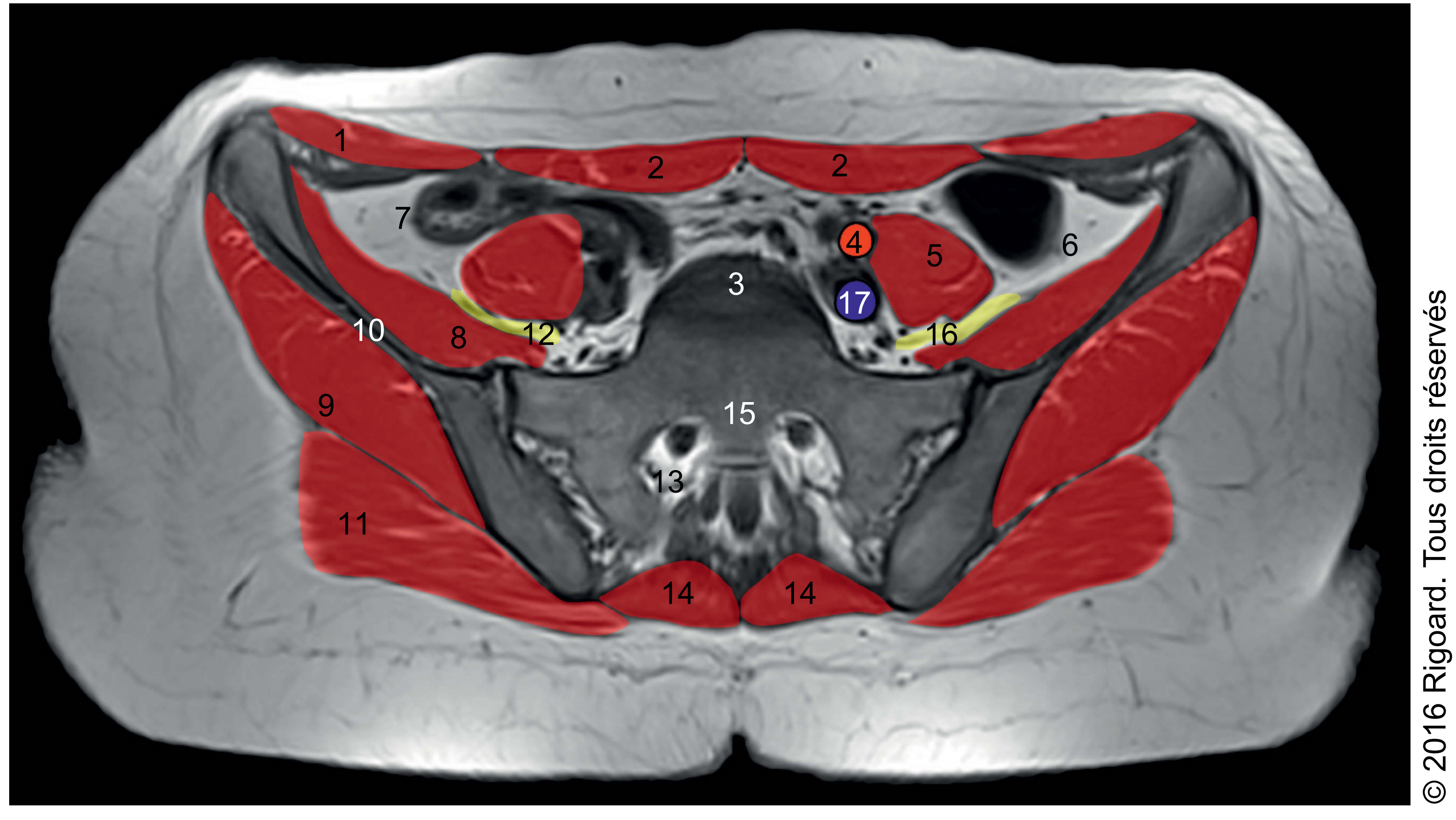


1- Muscle oblique externe droit
2- Muscle transverse droit
3- Muscle oblique interne droit
4- Muscles droits de l'abdomen
5- Ligne blanche
6- Veine iliaque commune droite
7- Artère iliaque commune droite
8- Artère iliaque commune gauche
9- Veine iliaque commune gauche
10- Côlon gauche
11- Angle colique droit
12- Plexus lombaire droit
13- Muscle carré des lombes droit
14- Muscle ilio-costal droit
15- Muscles longissimus
16- Muscles érecteurs du rachis
17- 5e vertèbre lombaire (L5)
18- Muscle grand psoas gauche

AVANT
LAT.

Figure PL6. Coupes IRM axiales passant par le plexus lombaire





1- Muscles oblique externe et transverse droit
2- Muscles droits de l'abdomen
3- Promontoire
4- Artère iliaque commune gauche
5- Muscle grand psoas gauche
6- Côlon gauche
7- Cæcum
8- Muscle iliaque droit
9- Muscle moyen fessier droit
10- Aile de l'ilium
11- Muscle grand fessier droit
12- 5e nerf lombaire droit et branches du plexus
13- 1er nerf sacral droit
14- Muscles érecteurs du rachis
15- Sacrum
16- Plexus lombaire gauche
17- Veine iliaque commune gauche

AVANT
LAT.

Figure PL7. Coupes IRM axiales passant par le plexus lombo-sacré

Schéma de synthèse des branches des plexus du membre inférieur

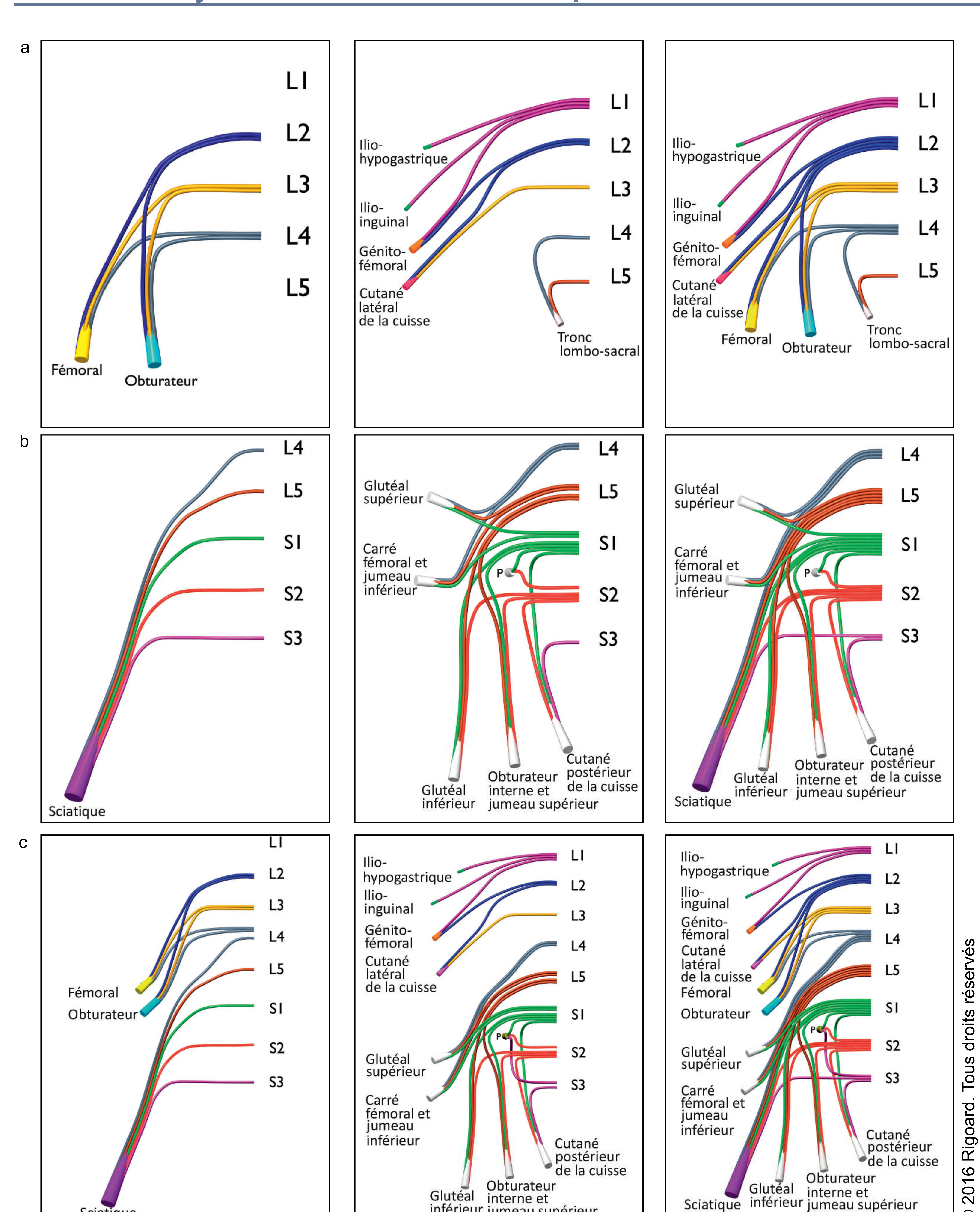


Figure PL8. a : plexus lombaire. b : plexus sacré. c : plexus lombo-sacré.

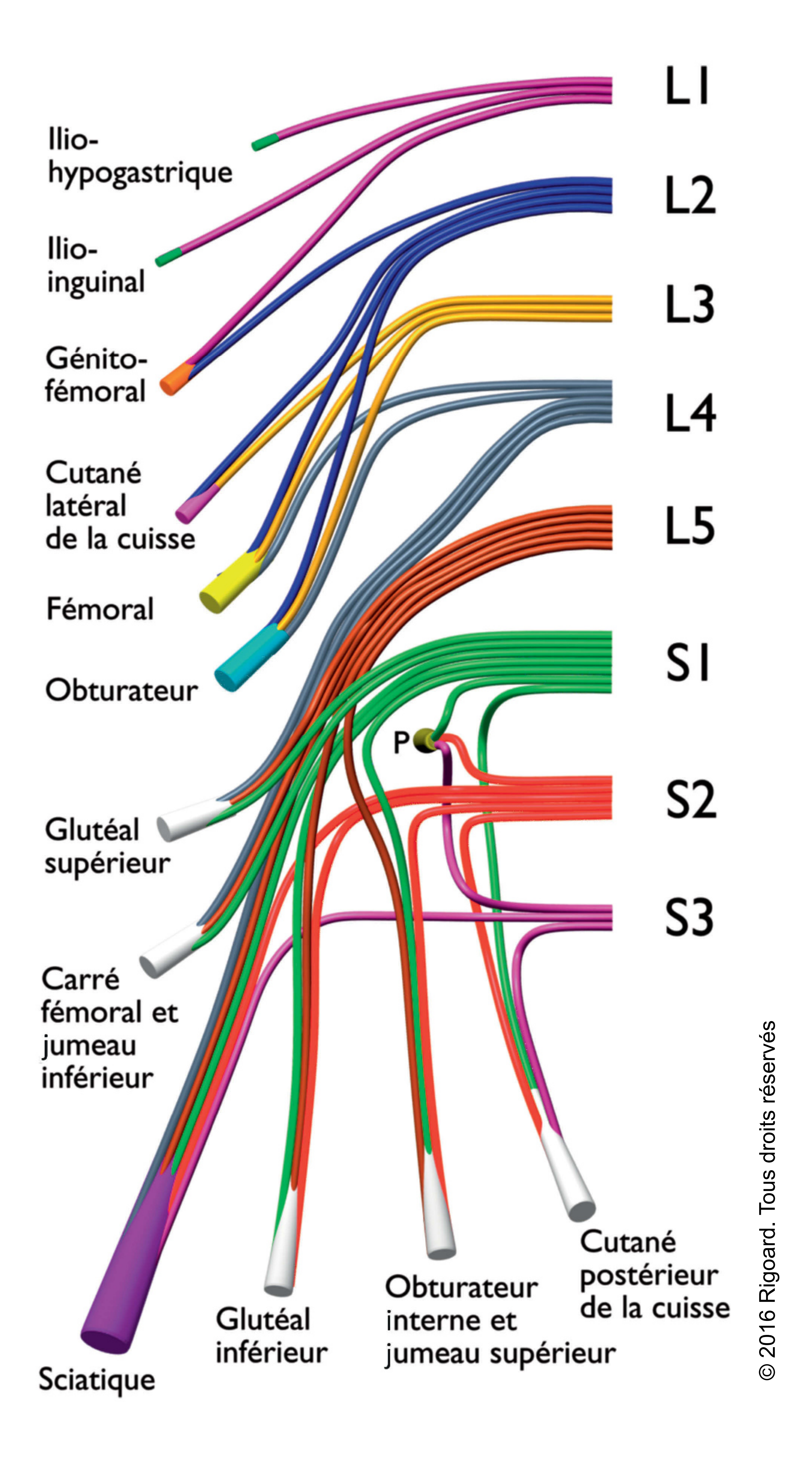


Figure PL9. Schéma de synthèse des branches des plexus du membre inférieur (P : piriforme)

NERFS PÉRIPHÉRIQUES

Le nerf obturateur
O

Le nerf fémoral
F

Le nerf sciatique
Sc

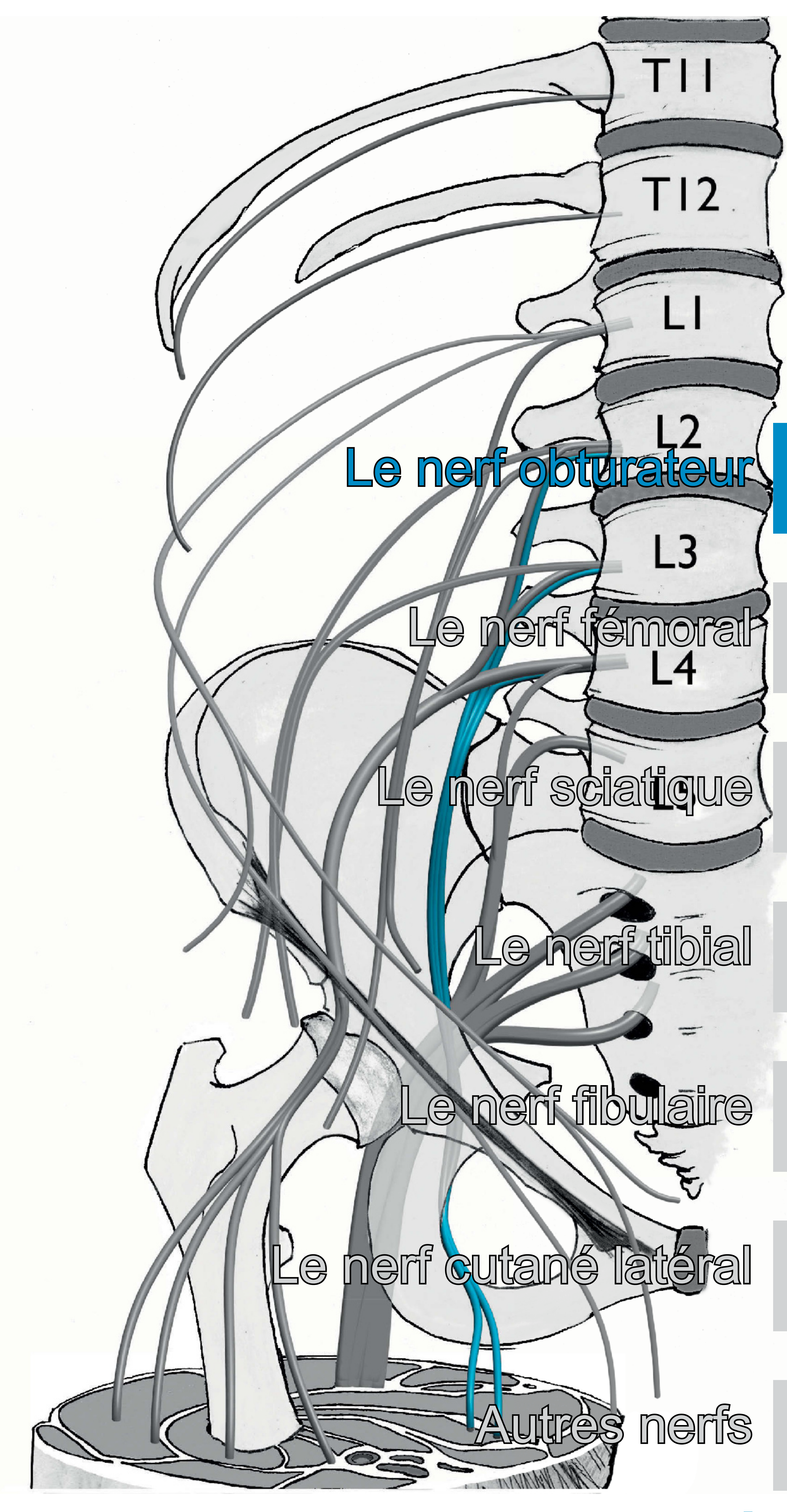
Le nerf tibial
T

Le nerf fibulaire
Fi

Le nerf cutané latéral
CLc

Autres nerfs
IH
II

Page blanche


T11
T12
L1
L2
Le nerf obturateur
L3
Le nerf fémoral
L4
Le nerf sciatique
Le nerf tibial
Le nerf fibulaire
Le nerf cutané latéral
Autres nerfs

O

Données morphologiques

Le nerf obturateur est un nerf mixte, branche terminale du plexus lombaire (Figures O1, O2). Il est destiné à l'innervation sensitivo-motrice de la loge médiale de la cuisse.

ORIGINE

Il provient des racines L2, L3 et L4 du plexus lombaire. Le nerf obturateur naît des branches antérieures des racines lombaires ventrales qui le composent. Les branches postérieures de ces racines donnent le nerf fémoral.
Le nerf obturateur plonge dans le petit bassin à partir du bord médial du muscle ilio-psoas, en longeant les vaisseaux iliaques internes à son bord latéral (Figures O3, O4). Il apparaît en regard de la vertèbre L5 (Figure O3). Il répond alors au nerf fémoral qui longe latéralement le muscle ilio-psoas.
Une branche supplémentaire et inconstante peut naître des racines lombaires L3 et L4, après la naissance du nerf obturateur : le nerf obturateur accessoire. Celui-ci est latéral au nerf obturateur mais émerge lui aussi du bord médial du muscle ilio-psoas. Il descend ensuite verticalement et peut se terminer de plusieurs façons :
- soit par une anastomose terminale avec le nerf fémoral ou le nerf obturateur ;
- soit par une ramification terminale en éventail incluant : des rameaux cutanés en regard de la partie supérieure du trigone fémoral, des rameaux musculaires pour les muscles pectiné et court adducteur, un rameau vasculaire et des filets articulaires pour la capsule de l'articulation coxo-fémorale (Vidéo 47).

TRAJET

Après avoir passé le bord médial du muscle ilio-psoas, le nerf obturateur descend en avant de l'articulation sacro-iliaque (Figure O3). À ce niveau, il répond médialement au conduit déférent ou à la fosse ovarique (Figure O4).
Il chemine ensuite au contact du muscle obturateur interne avant de pénétrer dans la cuisse par l'intermédiaire d'un foramen au niveau de la membrane obturée (Figure O3). Celle-ci sépare le muscle obturateur interne en arrière (situé dans le petit bassin) du muscle obturateur externe en avant (situé dans la racine de cuisse).
Le nerf obturateur se divise alors en branches antérieure et postérieure (Figure O2), entre lesquelles s'interposent souvent les faisceaux musculaires du court adducteur qu'il innerve (Vidéo 48).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

En avant de l'articulation sacro-iliaque, le nerf obturateur répond (Figure O4) :
- à l'artère lombaire ascendante médialement ;
- à la terminaison de l'artère iliaque commune et à l'origine de l'artère iliaque externe, lorsque la bifurcation vasculaire est haute, en avant.

Il se situe à la racine de la cuisse (Figures O5, O6, O7, O10) :
- en arrière du muscle pectiné ;
- en dessous du ligament inguinal ;
- en avant du muscle obturateur externe.
Les branches terminales du nerf obturateur répondent médialement à l'artère circonflexe médiale de la cuisse. Celle-ci décrit une boucle à convexité médiale non loin du nerf (Vidéo 49).

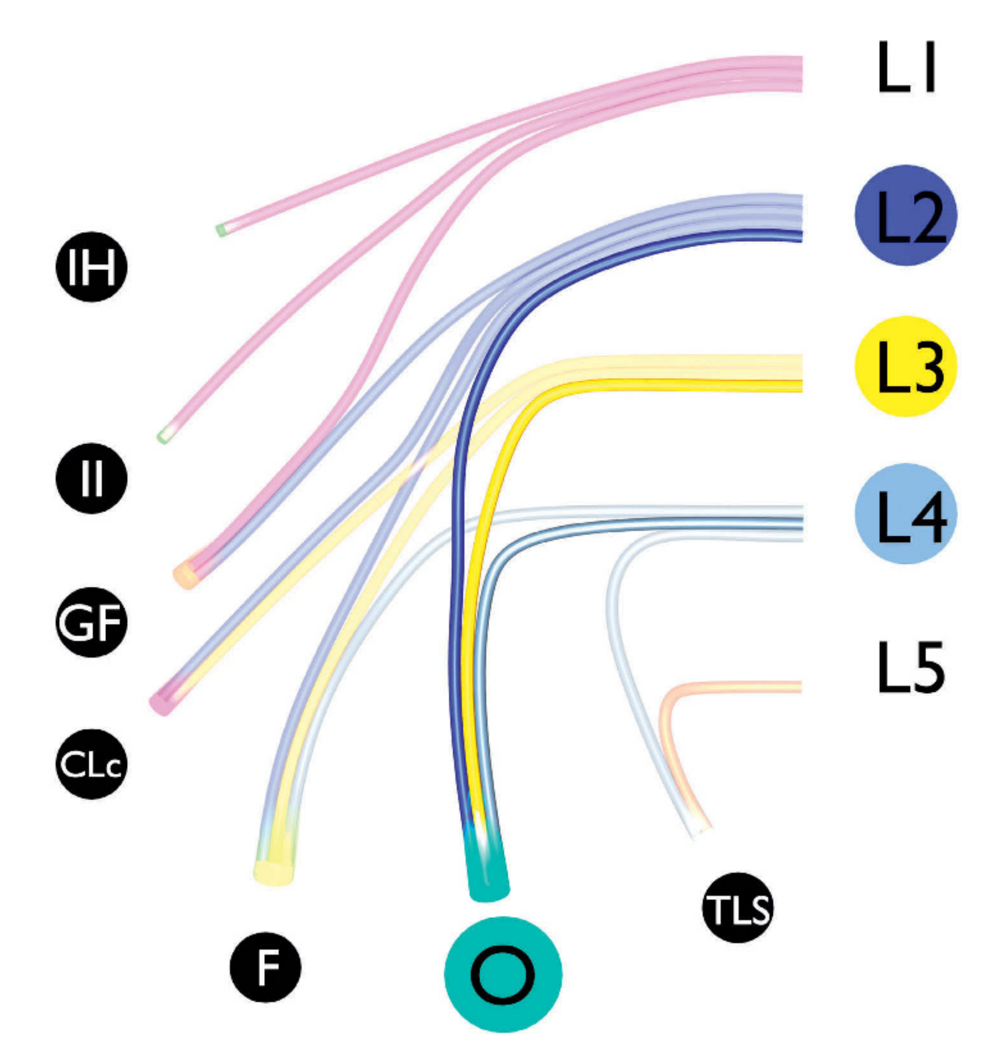


Figure O1. Origine du nerf obturateur

1 Rameau pour le muscle pectiné

2 Rameau pour le muscle long adducteur

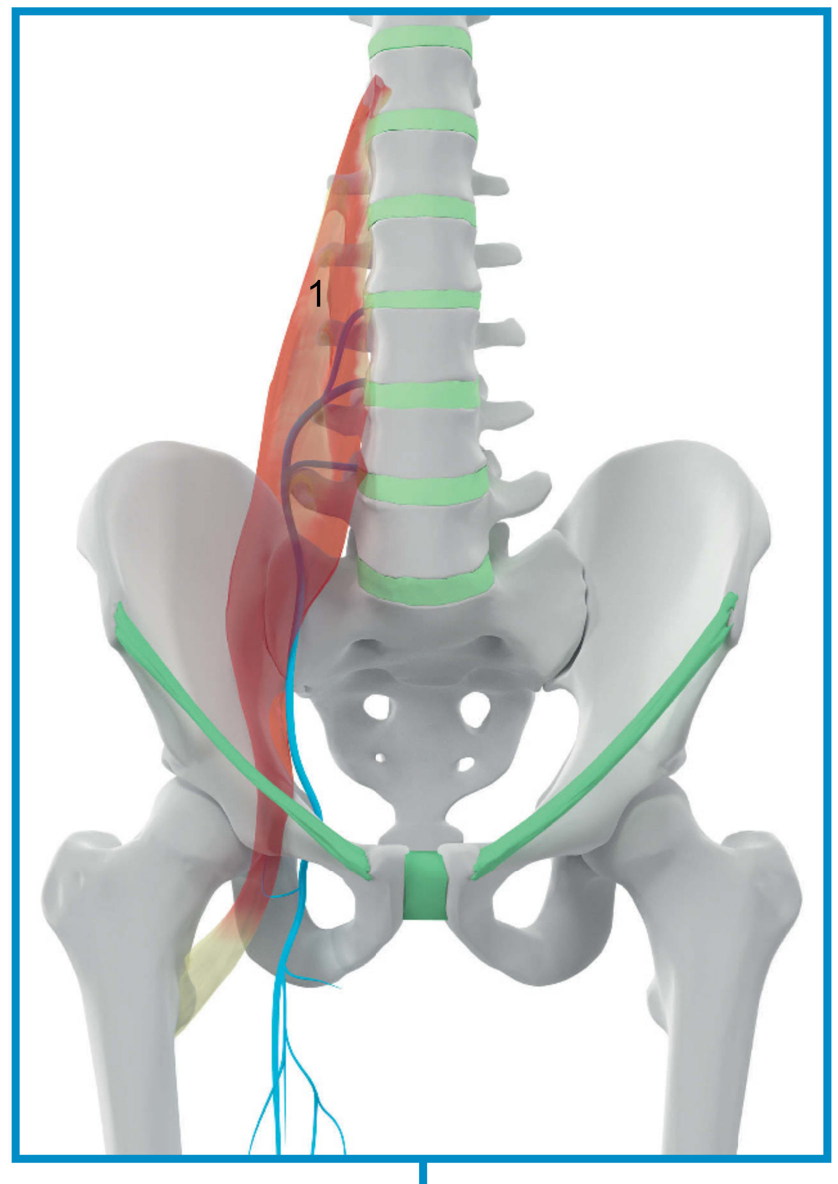
3 Rameau pour le muscle long gracile

4 Branche terminale postérieure

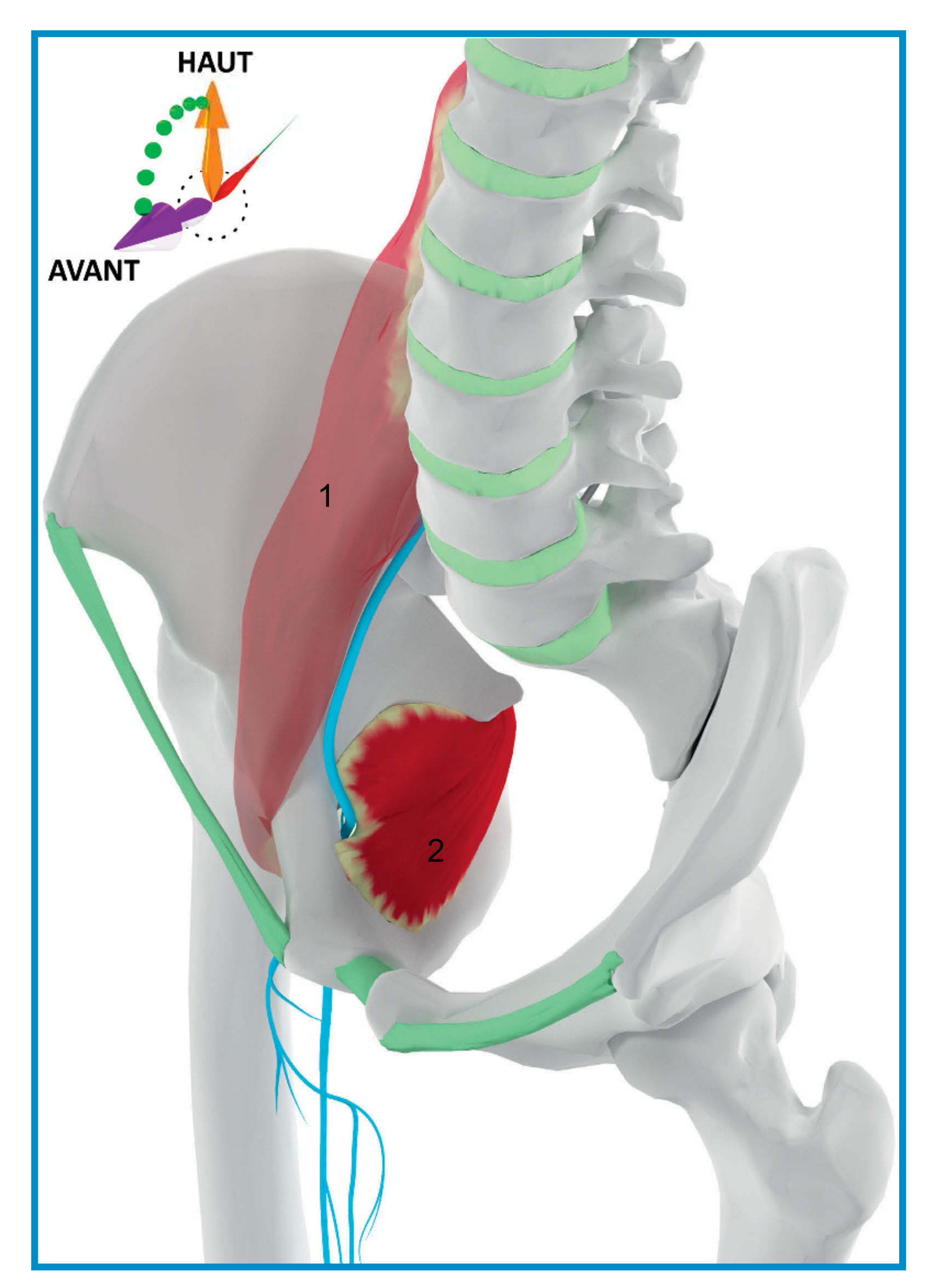
5 Branche terminale antérieure

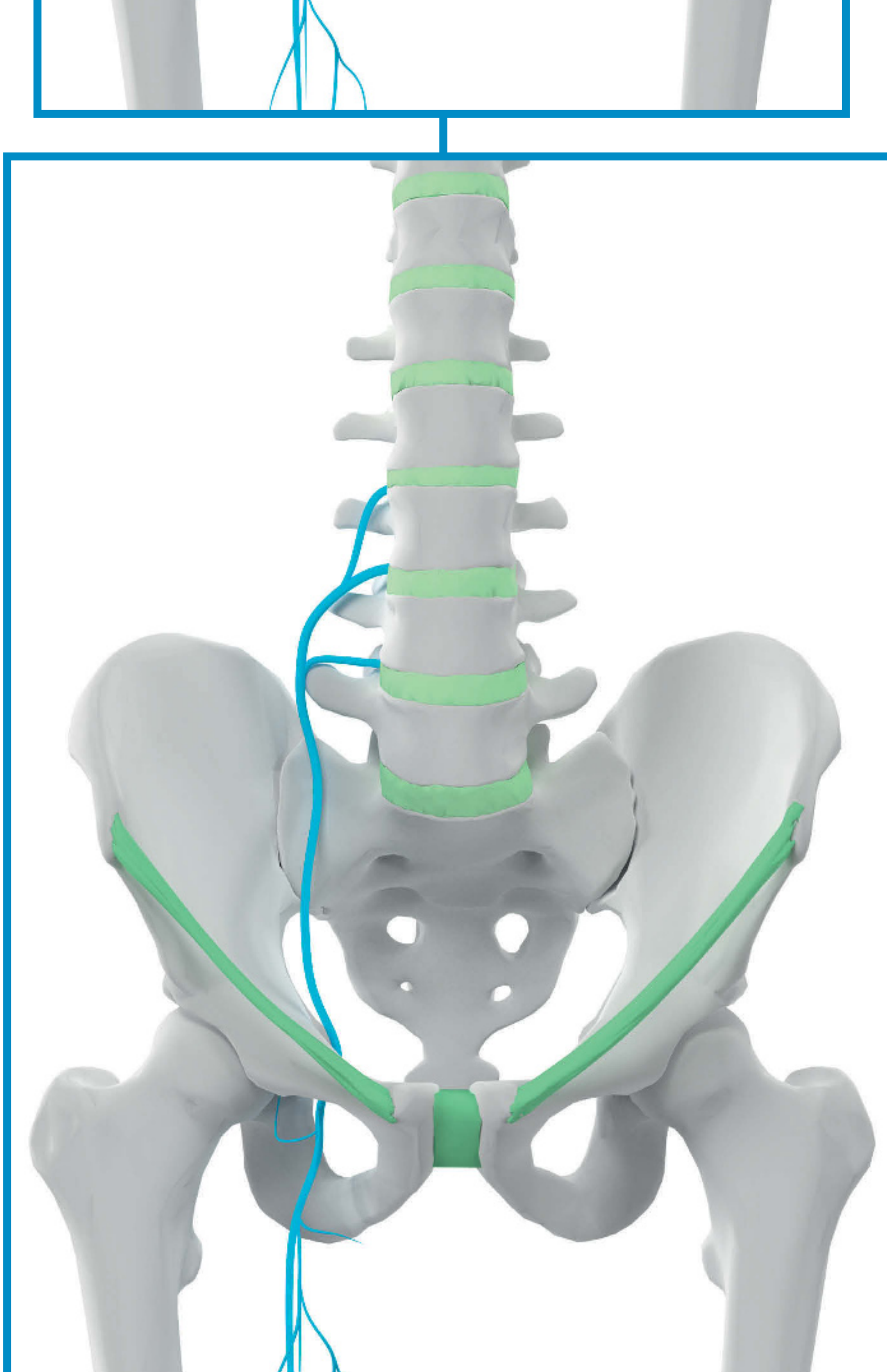
Figure O2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf obturateur

Données morphologiques au pelvis



1- Muscle grand psoas
2- Muscle obturateur interne
3- Aorte abdominale
4- Artère circonflexe iliaque profonde
5- Artère épigastrique inférieure
6- Artère iliaque interne
7- Artère iliaque externe
8- Artère fémorale
9- Artère circonflexe latérale de la cuisse
10- Artère profonde de la cuisse
11- Nerf obturateur (branche postérieure)
12- Nerf obturateur (branche antérieure)
13- Conduit déférent
14- Vessie





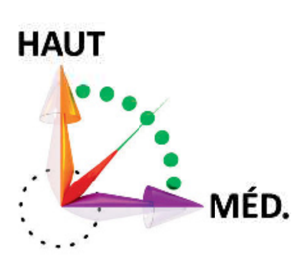


Figure O3. Émergence et rapports musculaires du nerf obturateur dans son trajet pelvien

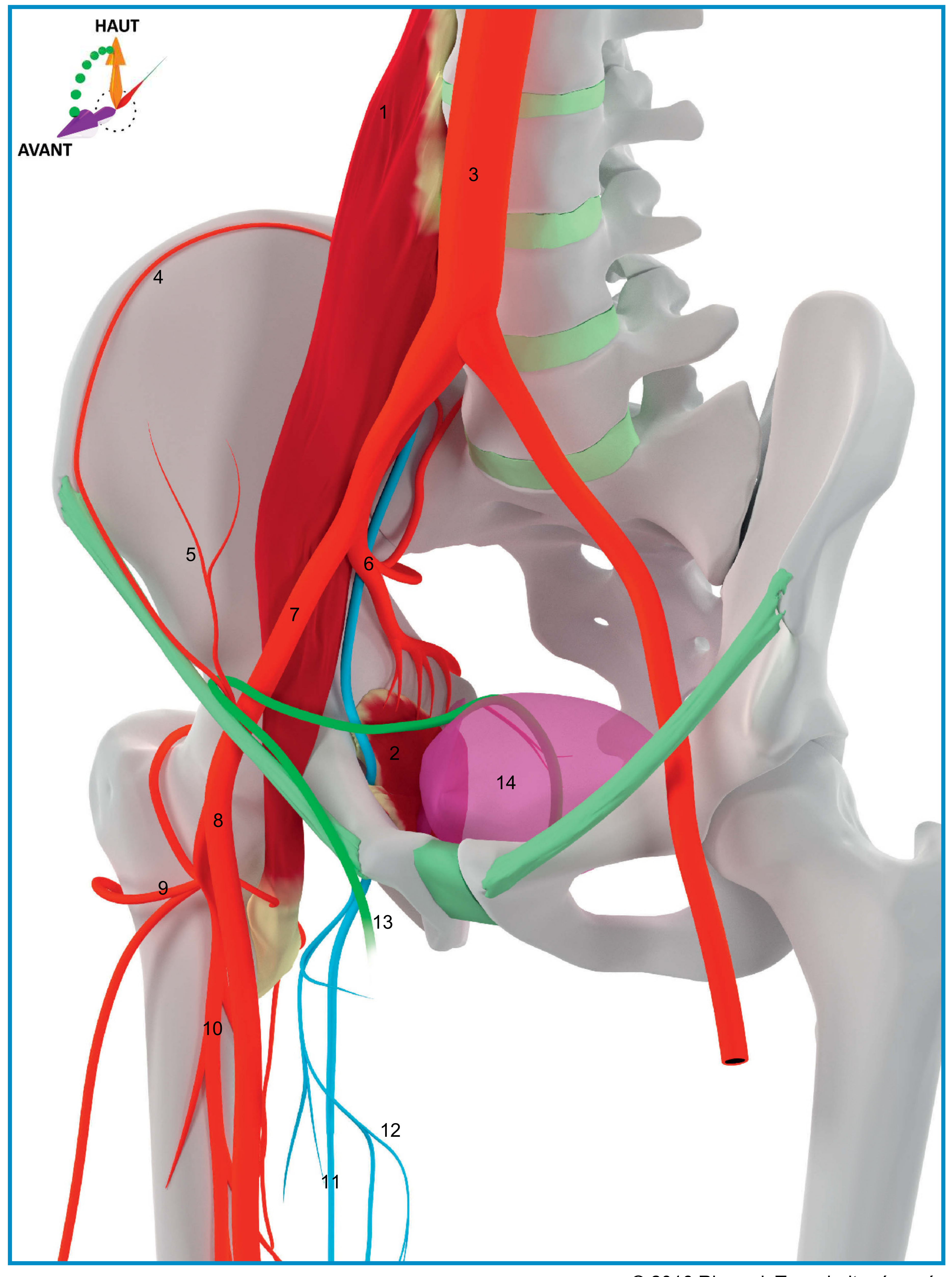


Figure O4. Rapports vasculaires du nerf obturateur au pelvis

Données morphologiques à la cuisse

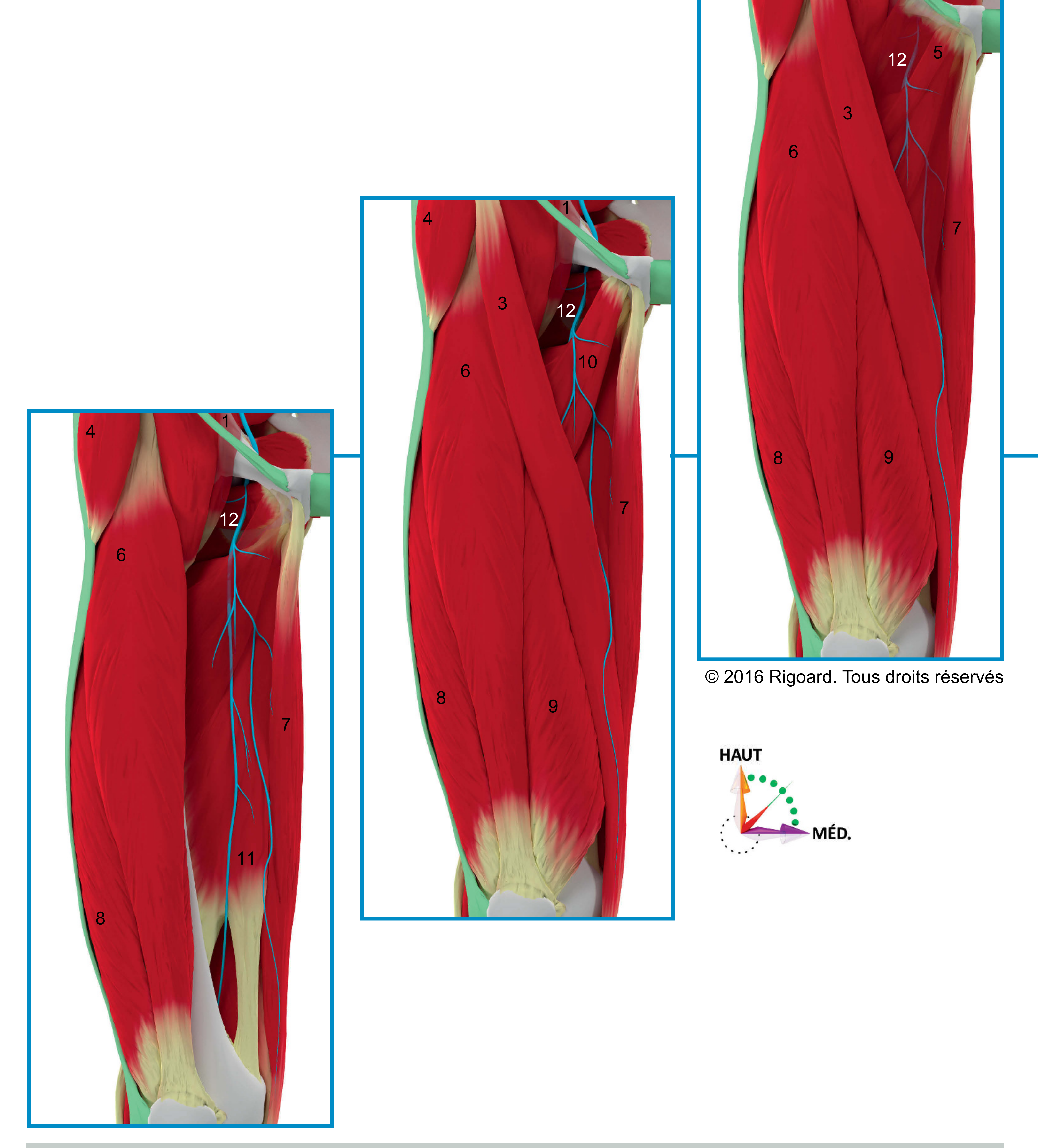
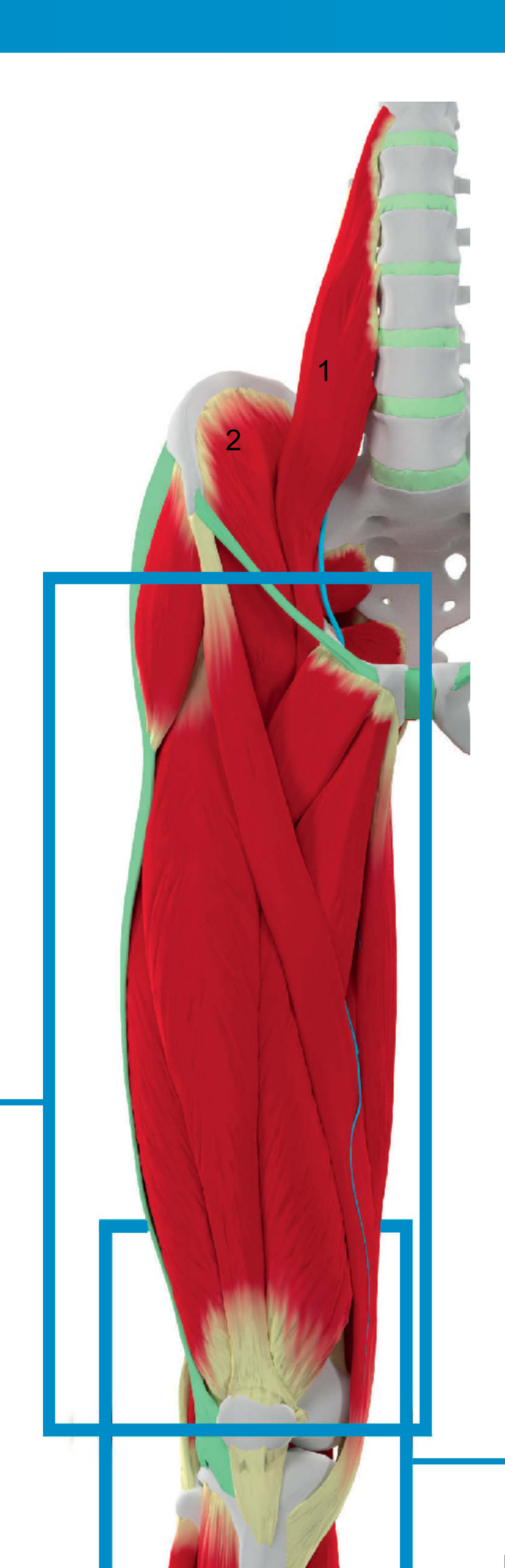


Figure O5. Rapports musculaires du nerf obturateur à la cuisse (vue antérieure de la superficie – à droite – à la profondeur – à gauche)



1- Muscle grand psoas
2- Muscle ilio-psoas
3- Muscle sartorius
4- Muscle tenseur du *fascia lata*
5- Muscle pectiné
6- Muscle droit fémoral
7- Muscle gracile
8- Muscle vaste latéral
9- Muscle vaste médial
10- Muscle long adducteur
11- Muscle grand adducteur
12- Nerf obturateur (branche antérieure)
13- Tractus ilio-tibial
14- Muscle semi-tendineux
15- Muscle semi-membraneux
16- Muscle biceps fémoral (chef long)
17- Muscle gastrocnémien médial
18- Muscle gastrocnémien latéral
19- Nerf obturateur (branche articulaire du genou)

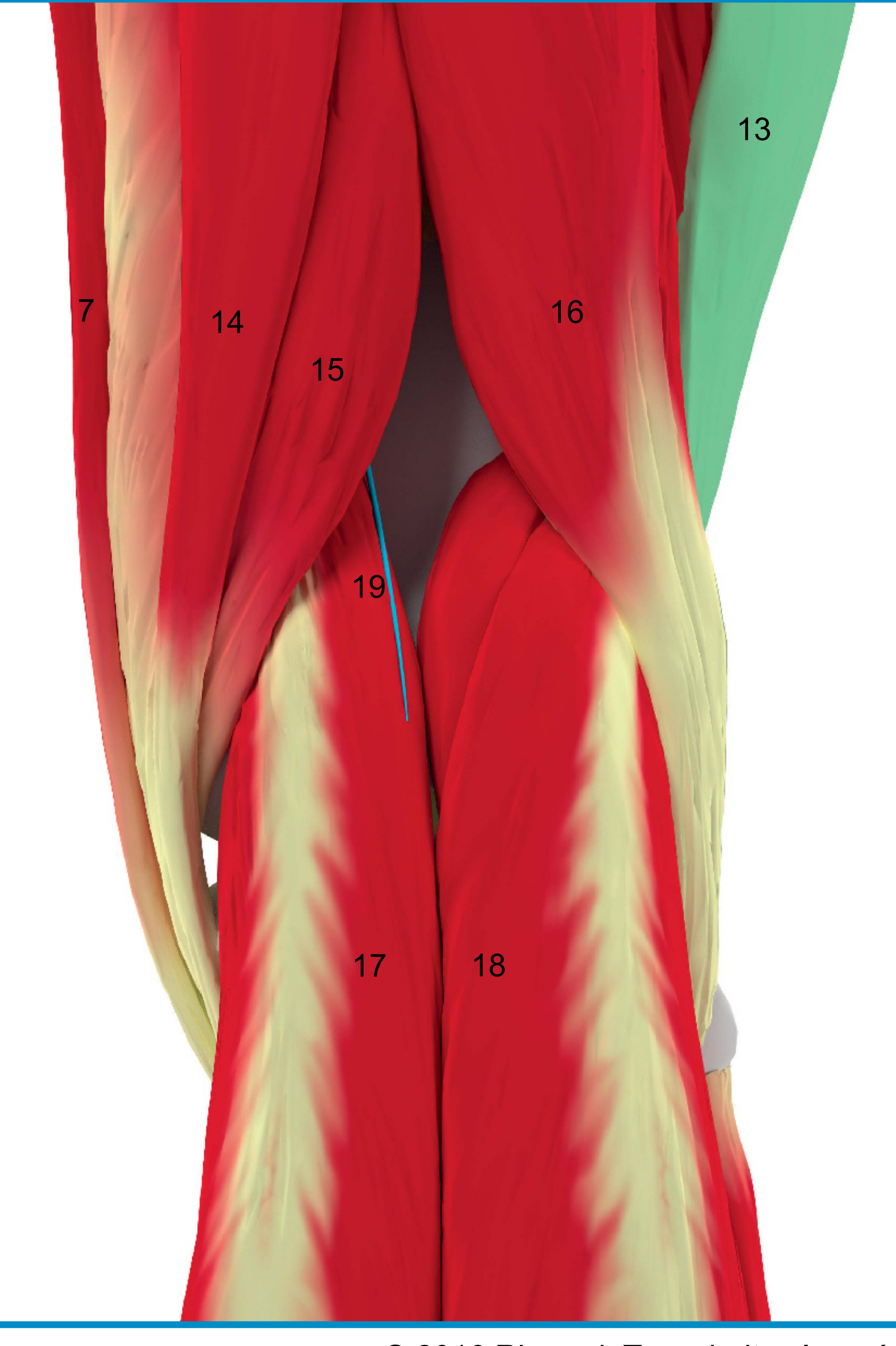
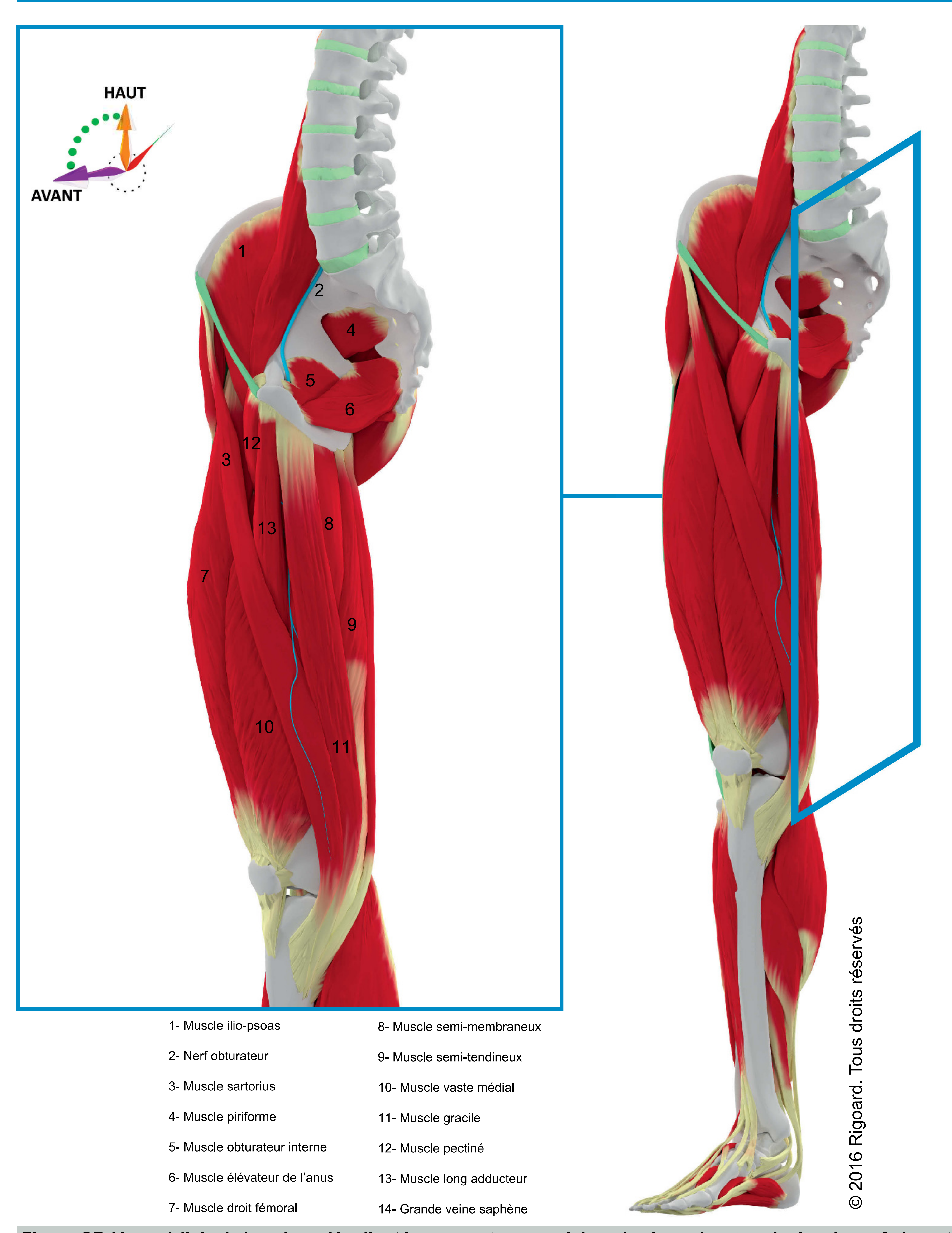




Figure O6. Vue postérieure de la branche terminale du nerf obturateur au creux poplité

Données morphologiques à la cuisse



1- Muscle ilio-psoas
2- Nerf obturateur
3- Muscle sartorius
4- Muscle piriforme
5- Muscle obturateur interne
6- Muscle élévateur de l'anus
7- Muscle droit fémoral
8- Muscle semi-membraneux
9- Muscle semi-tendineux
10- Muscle vaste médial
11- Muscle gracile
12- Muscle pectiné
13- Muscle long adducteur
14- Grande veine saphène

Figure O7. Vue médiale de la cuisse dévoilant les rapports musculaires des branches terminales du nerf obturateur

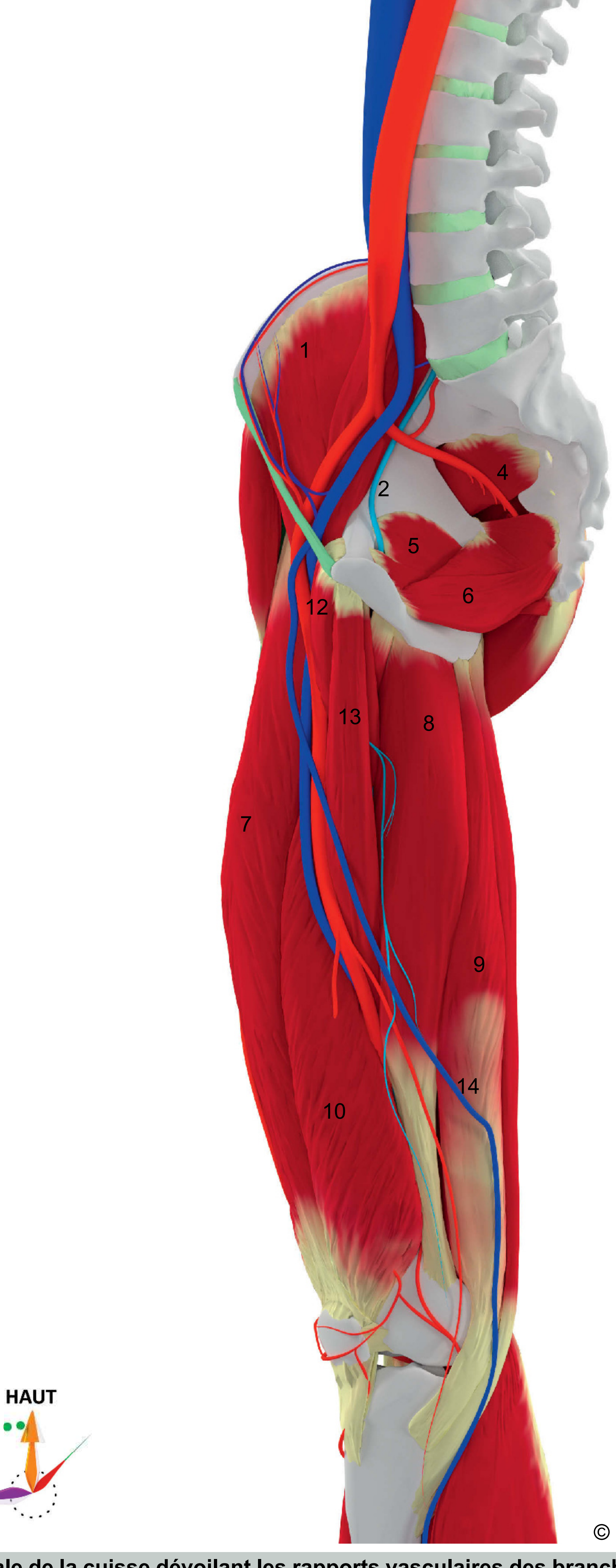


Figure O8. Vue médiale de la cuisse dévoilant les rapports vasculaires des branches terminales du nerf obturateur

Données morphologiques - Synthèse

BRANCHES COLLATÉRALES

Dans le foramen obturé, naissent des branches collatérales :
- deux nerfs articulaires destinés à l'articulation coxo-fémorale, dans sa partie antéro-médiale ;
- un à deux nerfs destinés au muscle obturateur externe. Le nerf du muscle obturateur externe se divise généralement lui-même en deux branches, destinées aux parties supérieure et antérieure du muscle (Figures O5, O7) (Vidéo 50).

BRANCHES TERMINALES

La branche antérieure descend le long des muscles pectiné et long adducteur, en reposant sur les muscles obturateur externe puis court adducteur. Elle se termine en rameaux qui innervent la peau de la face interne de la cuisse et les muscles long adducteur, pectiné, gracile, parfois droit interne et court adducteur (Figures O5, O7).
La branche postérieure commence son trajet entre les muscles pectiné en avant et obturateur externe en arrière, puis elle s'enfonce pour traverser l'obturateur externe qu'elle innerve et se retrouver en profondeur sur le petit adducteur. Elle chemine ensuite en avant du grand adducteur qu'elle innerve également (Vidéo 51).

FONCTION MOTRICE

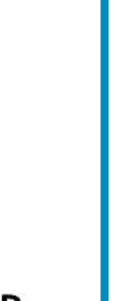
Le nerf obturateur innerve tous les muscles adducteurs de la cuisse et le muscle obturateur externe par une branche collatérale. Il assure donc l'adduction et la rotation latérale de la cuisse (Figures O9, O10) (Vidéo 52).

FONCTION SENSITIVE

Le nerf obturateur innerve la face médiale de la cuisse (Vidéo 53).

ANASTOMOSES

Il s'anastomose avec le nerf fémoral par le biais du nerf saphène et, quand il est présent, avec le nerf obturateur accessoire (Figure O10).



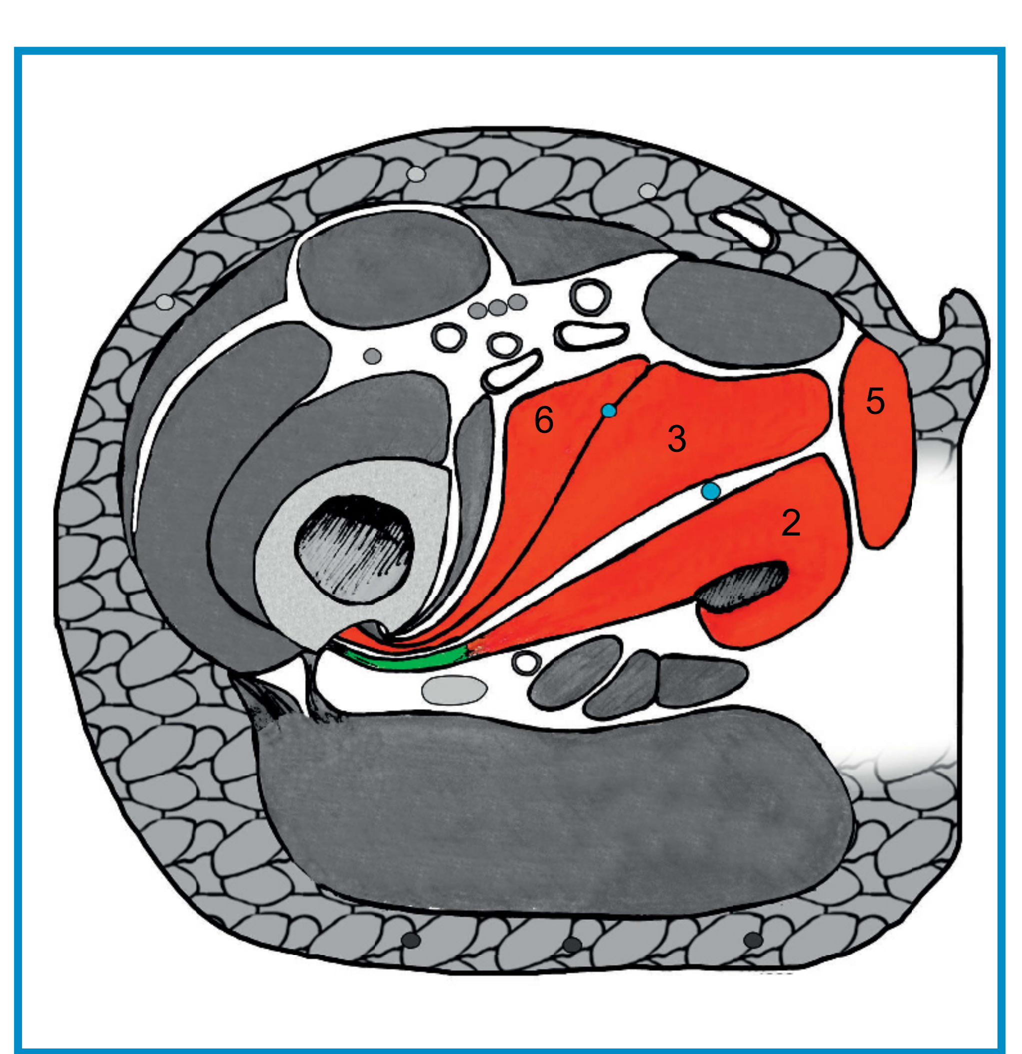


Figure O9. Innervation motrice du nerf obturateur

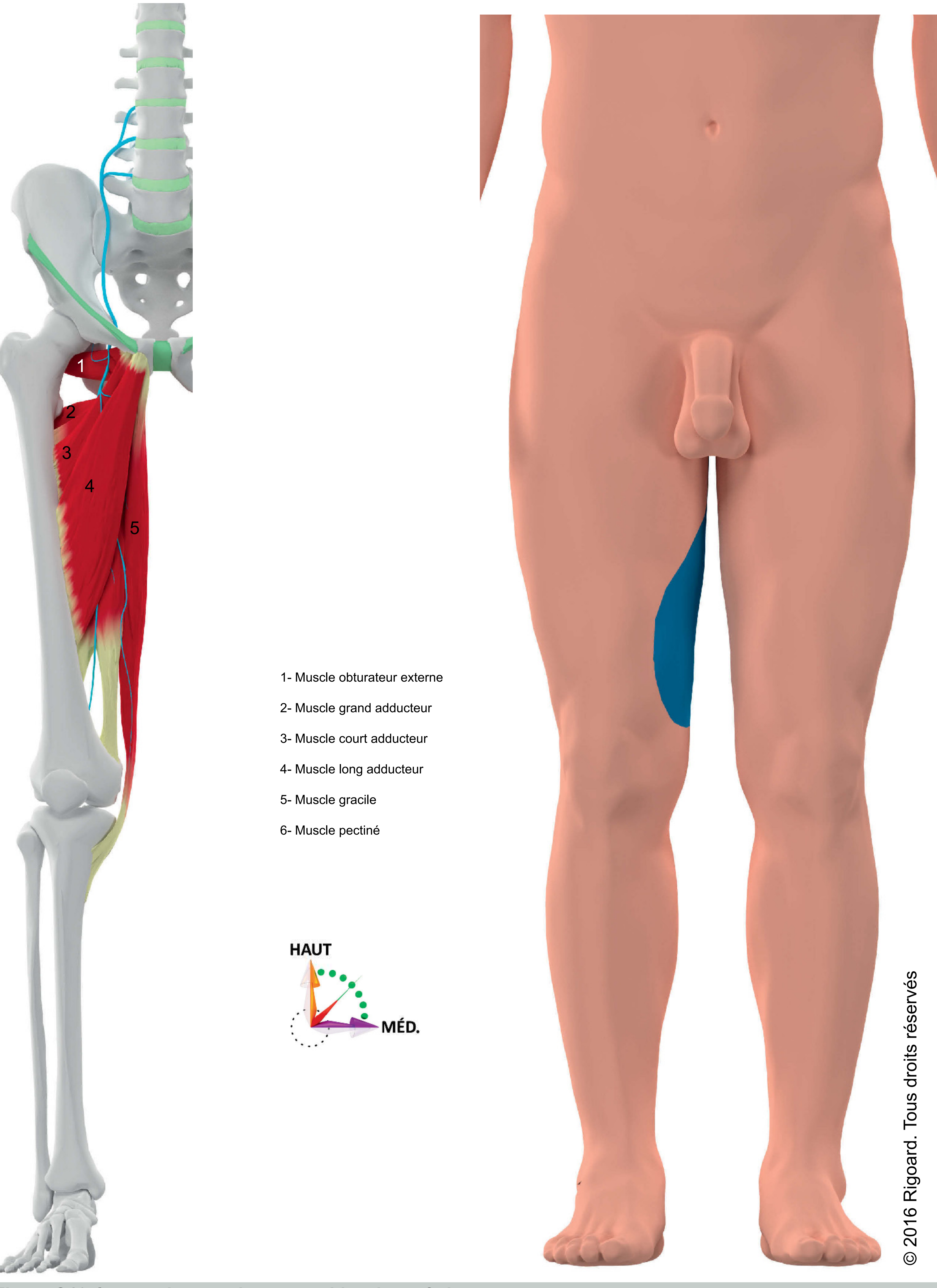
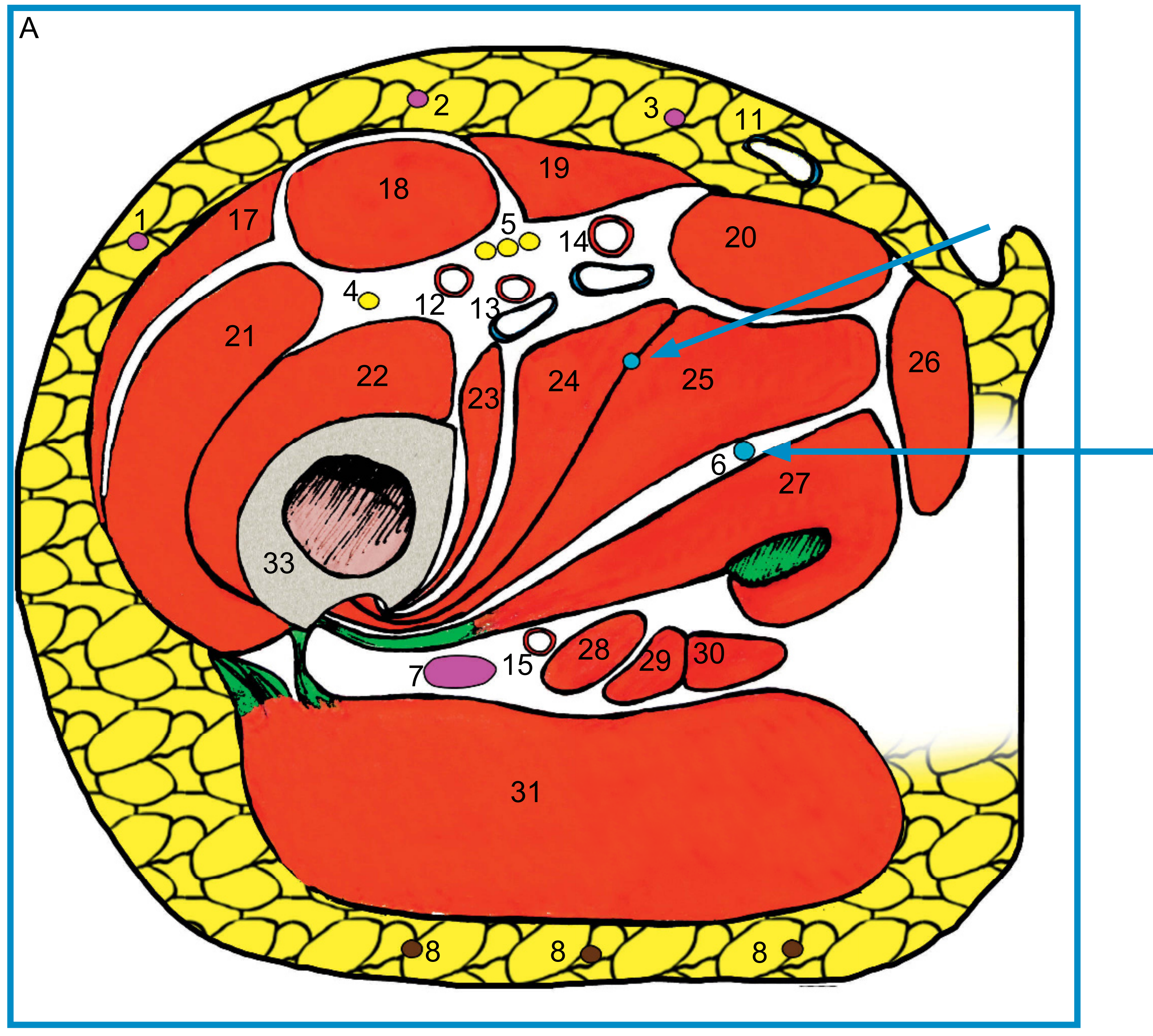


Figure O10. Innervation motrice et sensitive du nerf obturateur

Données morphologiques - Coupes



1- Nerf cutané latéral de la cuisse
2- Nerf cutané antérieur de la cuisse
3- Nerf cutané médial de la cuisse
4- Nerf du muscle quadriceps
5- Branche terminale du nerf fémoral
6- Branche du nerf obturateur
7- Nerf sciatique
8- Nerfs cluniaux inférieurs
9- Nerf saphène
10- Nerf cutané postérieur de la cuisse
11- Grande veine saphène
12- Artère du muscle quadriceps
13- Artère et veine profondes de la cuisse
14- Artère et veine fémorales
15- Artère glutéale inférieure
16- Branche profonde de l'artère profonde de la cuisse
17- Muscle tenseur du *fascia lata*
18- Muscle droit fémoral
19- Muscle sartorius

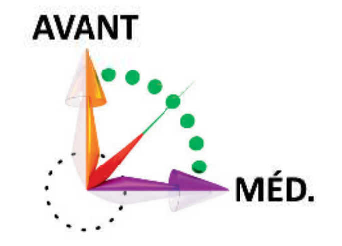
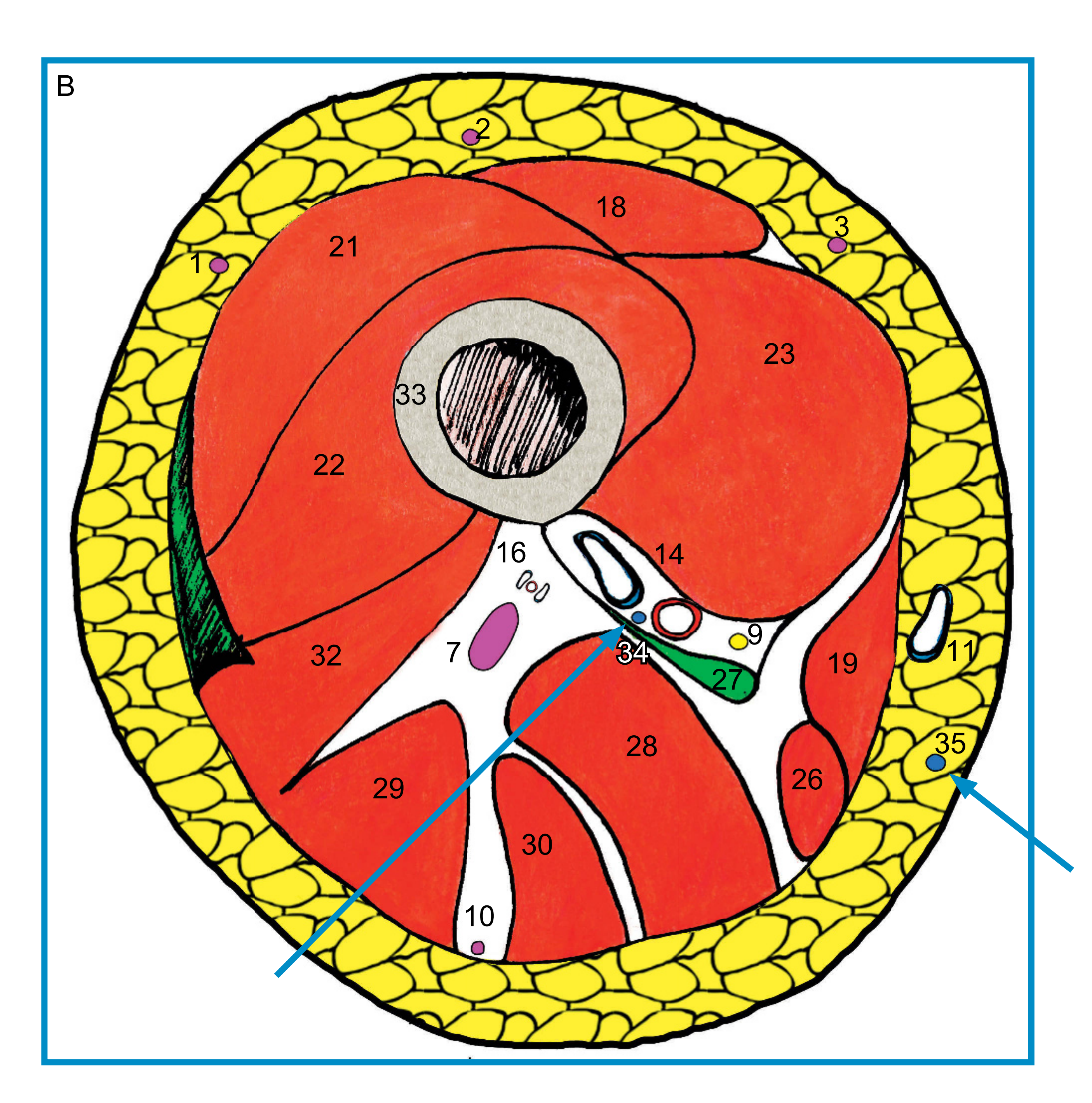


Figure O11. Rapports du nerf obturateur à la cuisse, en coupe axiale (A : coupe au ⅓ proximal de la cuisse)



20- Muscle long adducteur
21- Muscle vaste latéral
22- Muscle vaste intermédiaire
23- Muscle vaste médial
24- Muscle pectiné
25- Muscle court adducteur
26- Muscle gracile
27- Muscle grand adducteur
28- Muscle semi-membraneux
29- Chef long du muscle biceps fémoral
30- Muscle semi-tendineux
31- Muscle grand fessier
32- Chef court du muscle biceps fémoral
33- Fémur
34- Nerf obturateur (branche articulaire du genou)
35- Nerf obturateur rameau cutané

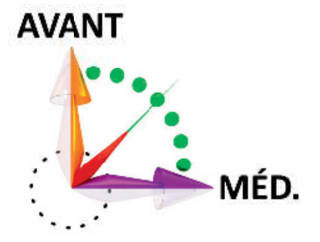
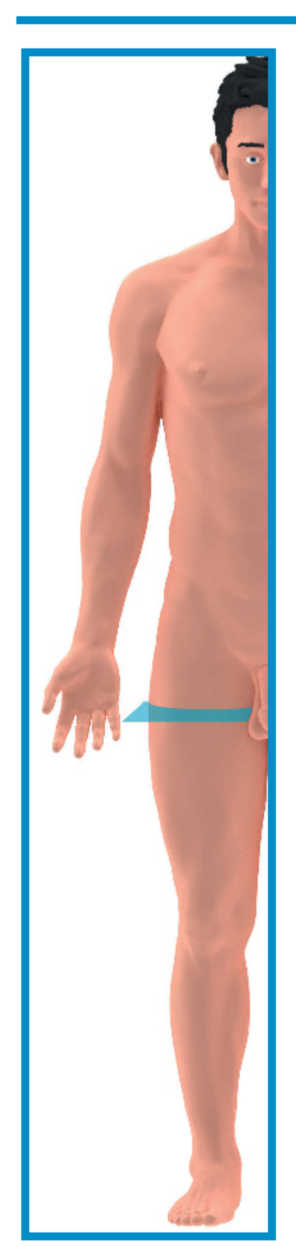
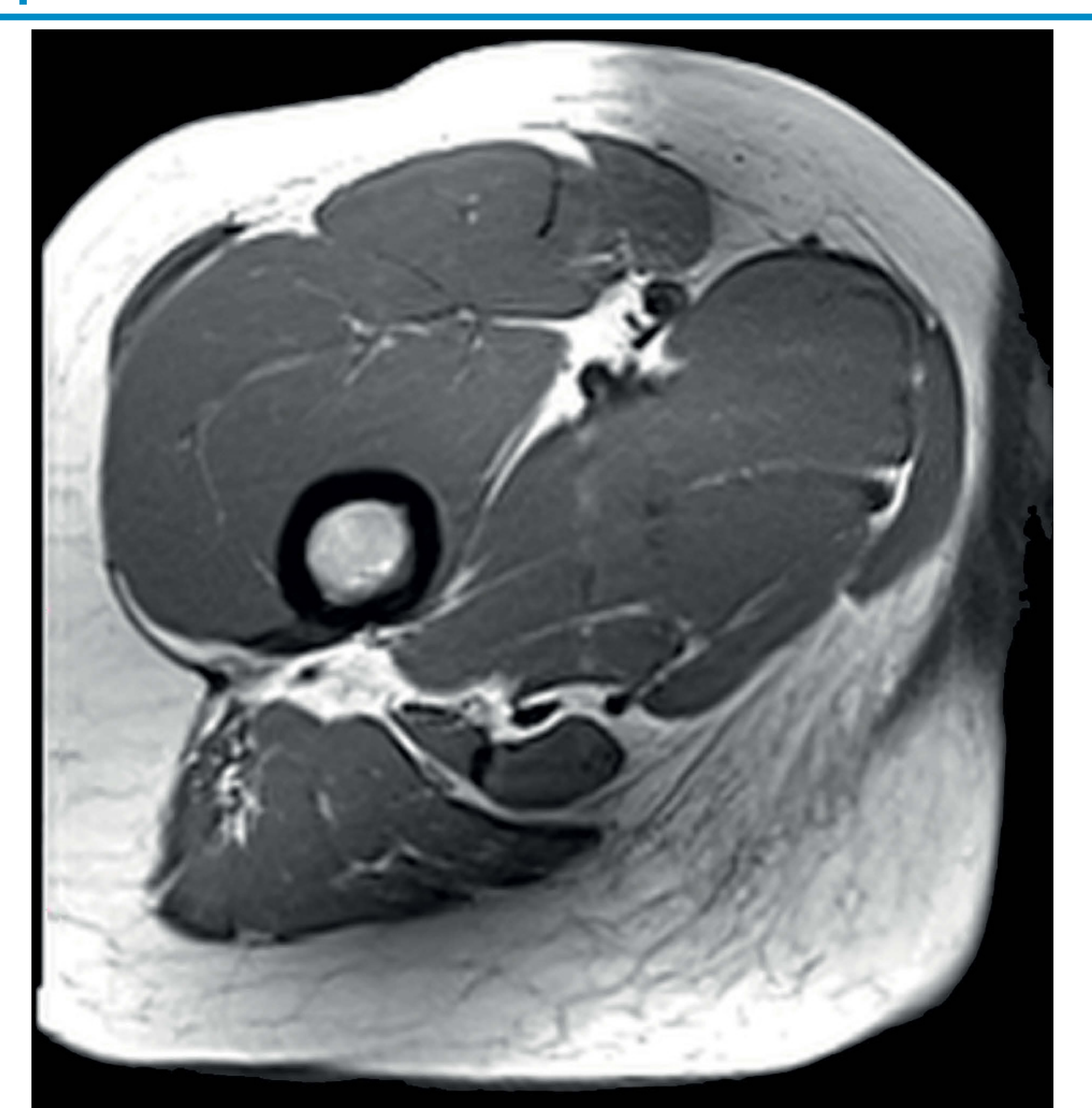


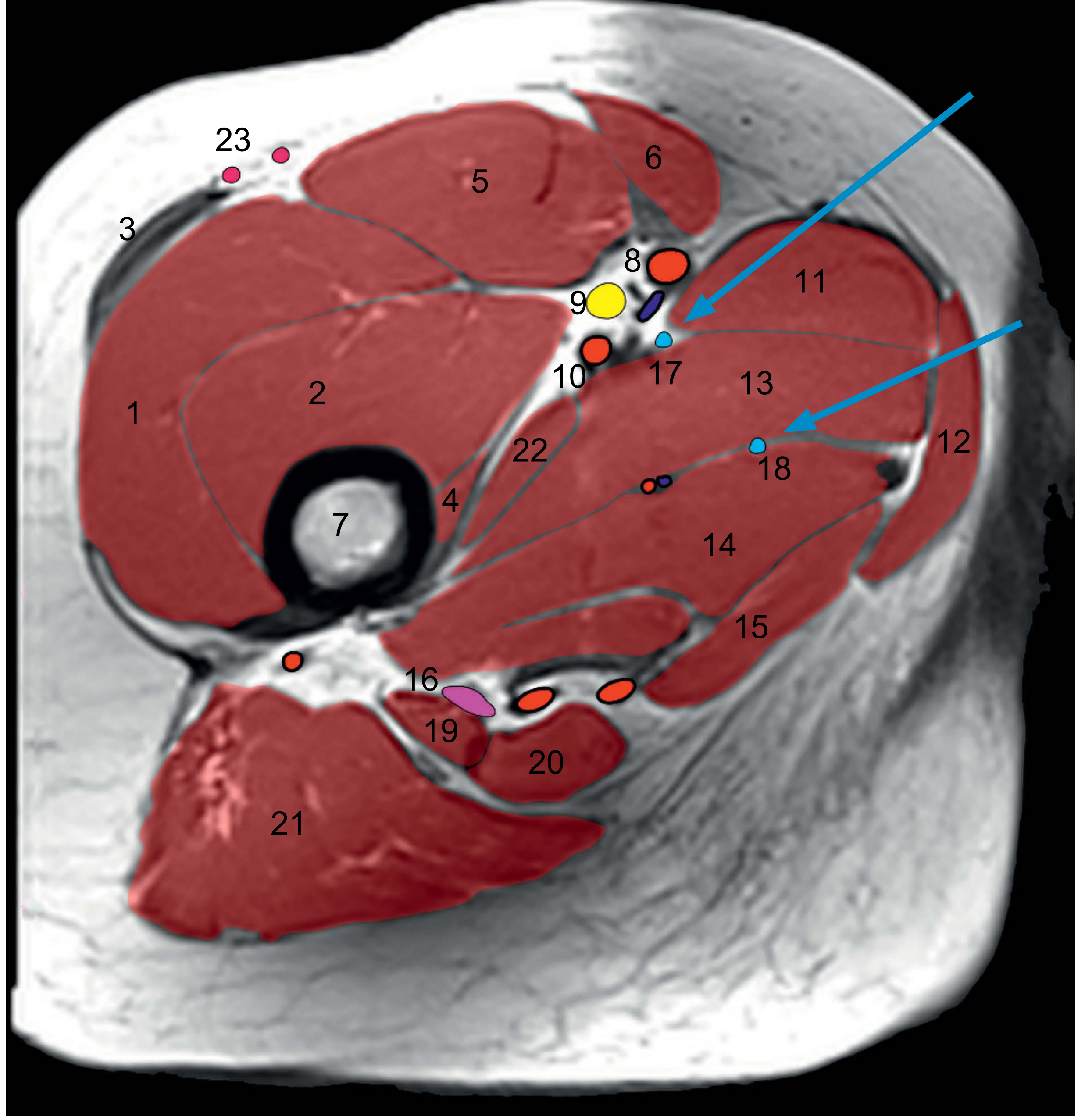


Figure O12. Rapports du nerf obturateur à la cuisse, en coupe axiale (B : coupe au ⅓ distal de la cuisse)

Données morphologiques - IRM







1- Muscle vaste latéral

2- Muscle vaste intermédiaire

3- Muscle tenseur du *fascia lata*

4- Muscle vaste médial

5- Muscle droit fémoral

6- Muscle sartorius

7- Fémur

8- Artère et veine fémorales

9- Nerf fémoral

10- Artère et veine profondes de la cuisse

11- Muscle long adducteur

12- Muscle gracile

13- Muscle court adducteur

14- Muscle grand adducteur

15- Muscle semi-membraneux

16- Nerf sciatique

17- Branche antérieure du nerf obturateur

18- Branche postérieure du nerf obturateur

19- Tendon du muscle biceps fémoral

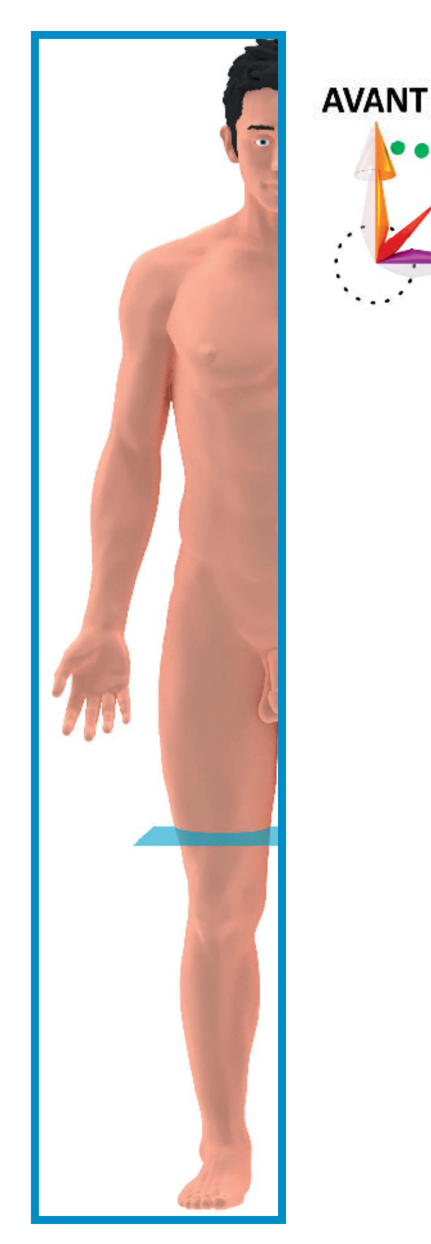
20- Tendon du muscle semi-tendineux

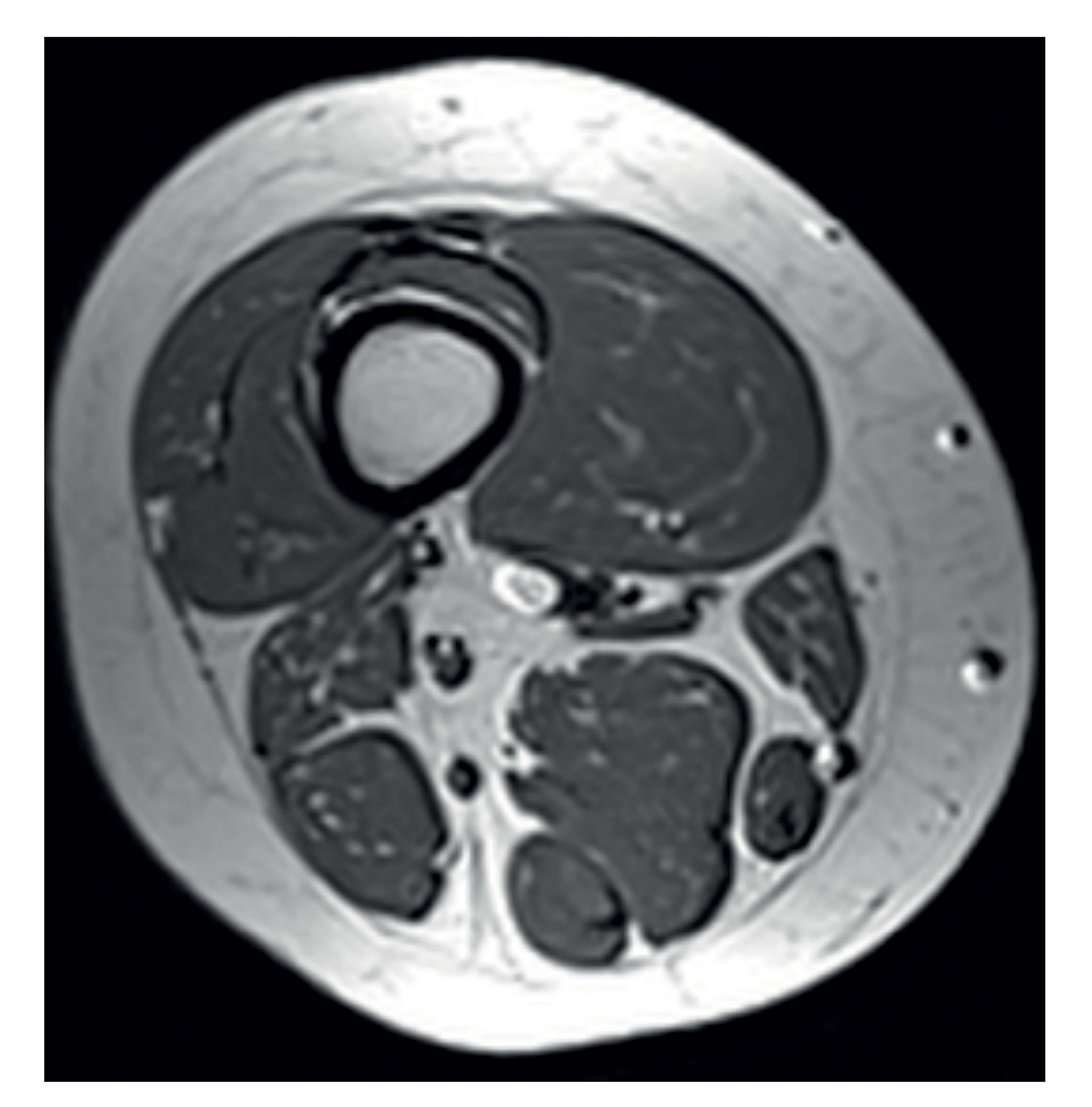
21- Muscle grand fessier

22- Muscle pectiné

23- Nerf cutané latéral de la cuisse

Figure O13. Coupes IRM au tiers proximal de la cuisse passant par le nerf obturateur





1- Muscle vaste latéral

2- Muscle vaste intermédiaire

3- Muscle droit fémoral

4- Muscle vaste médial

5- Fémur

6- Chef court du muscle biceps fémoral

7- Nerf saphène

8- Artère et veine fémorales

9- Artère et veine perforantes de l'artère et de la veine profondes de la cuisse

10- Nerf fibulaire commun

11- Nerf tibial

12- Nerf cutané postérieur de la cuisse

13- Chef long du muscle biceps fémoral

14- Muscle grand adducteur

15- Muscle sartorius

16- Muscle gracile

17- Muscle semi-membraneux

18- Muscle semi-tendineux

19- Grande veine saphène

20- Nerf obturateur (branche articulaire du genou)

21- Nerf obturateur (rameau cutané)

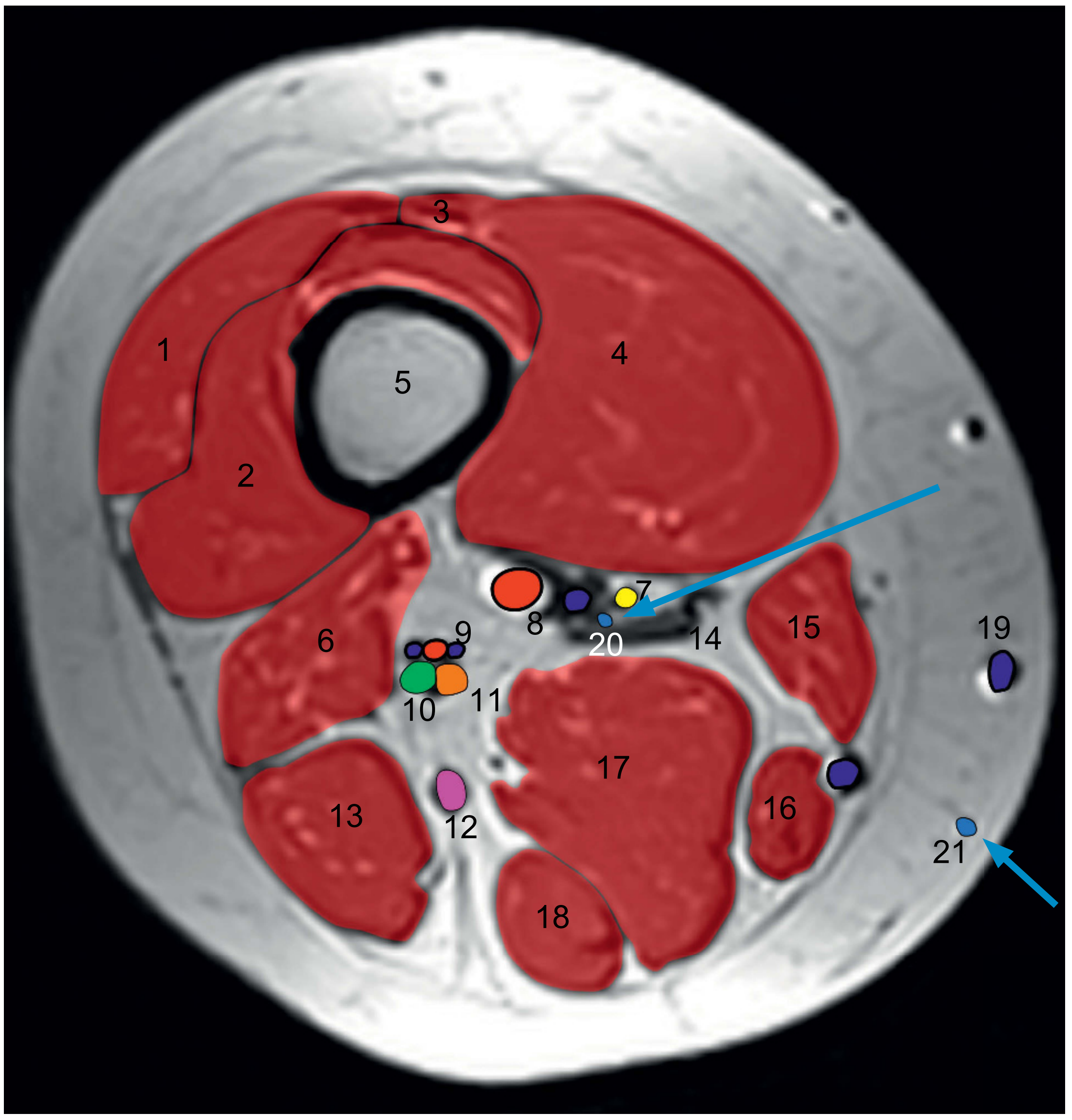


Figure O14. Coupes IRM au tiers distal de la cuisse passant par le nerf obturateur

Pathologie

NÉVRALGIE OBTURATRICE

Le nerf obturateur est une branche terminale du plexus lombaire. Il sort du pelvis par le canal obturateur, au-dessus de la membrane obturatrice et du muscle obturateur externe (Figure O3). C'est à ce niveau que peut survenir un syndrome canalaire (Figure O15). Il innerve les muscles adducteurs de la cuisse, le muscle pectiné et le muscle gracile (Figure O10).

Étiologie

- Compression : il s'agit du mécanisme lésionnel principal, il est responsable d'un véritable syndrome canalaire. Des facteurs déclenchants sont identifiés : la grossesse, la pratique intensive du sport, etc. Il est nécessaire de rechercher systématiquement une hernie obturatrice en cas de signes cliniques évocateurs.

- Section ou thermolésion iatrogène : plusieurs types de chirurgies au contact du nerf peuvent provoquer une névralgie obturatrice iatrogène (génito-urinaire, orthopédique, viscérale, vasculaire, etc.).

Signes cliniques

- Signes sensitifs : le nerf obturateur innerve la peau de la région médiale de la cuisse (Figure O10). Les signes sensitifs peuvent être des douleurs, une hypoesthésie, des paresthésies sur ce même territoire. Les signes sensitifs n'existent que si la branche antérieure est impliquée et peuvent n'apparaître qu'à l'effort : douleur inguinale ou au niveau de l'insertion des muscles adducteurs irradiant vers la face interne de la cuisse et postérieure du genou. Il peut exister une zone d'hypoesthésie à la face médiale et inférieure de la cuisse, ne dépassant que rarement le niveau du genou. La douleur est soulagée par la flexion, ce qui la distingue de celle des coxopathies.

- Signes moteurs : les signes moteurs ne sont présents que dans les atteintes sévères ou tardivement (gêne à la marche avec sensation d'instabilité de la jambe, plus marquée chez des athlètes pratiquant le saut).
Le nerf obturateur assure principalement l'adduction de la cuisse, laquelle sera la première fonction déficitaire au *testing* moteur. À l'examen, on notera une diminution des capacités d'adduction et de rotation médiale avec, à terme, une amyotrophie des adducteurs, la marche se faisant en rotation externe avec circumduction.

Examens complémentaires

- L'électrophysiologie est d'intérêt essentiel ; elle objective classiquement des altérations des vitesses de conduction du nerf et des signes de dénervation musculaire partielle au niveau des adducteurs.
- L'IRM de la cuisse élimine une compression du nerf d'origine extrinsèque.

Traitement

En cas d'atteinte isolée de la branche antérieure avec diagnostic précoce, les étirements musculaires et la stimulation électrique des adducteurs peuvent être proposés. Dans les formes rebelles, la chirurgie de décompression est discutée.

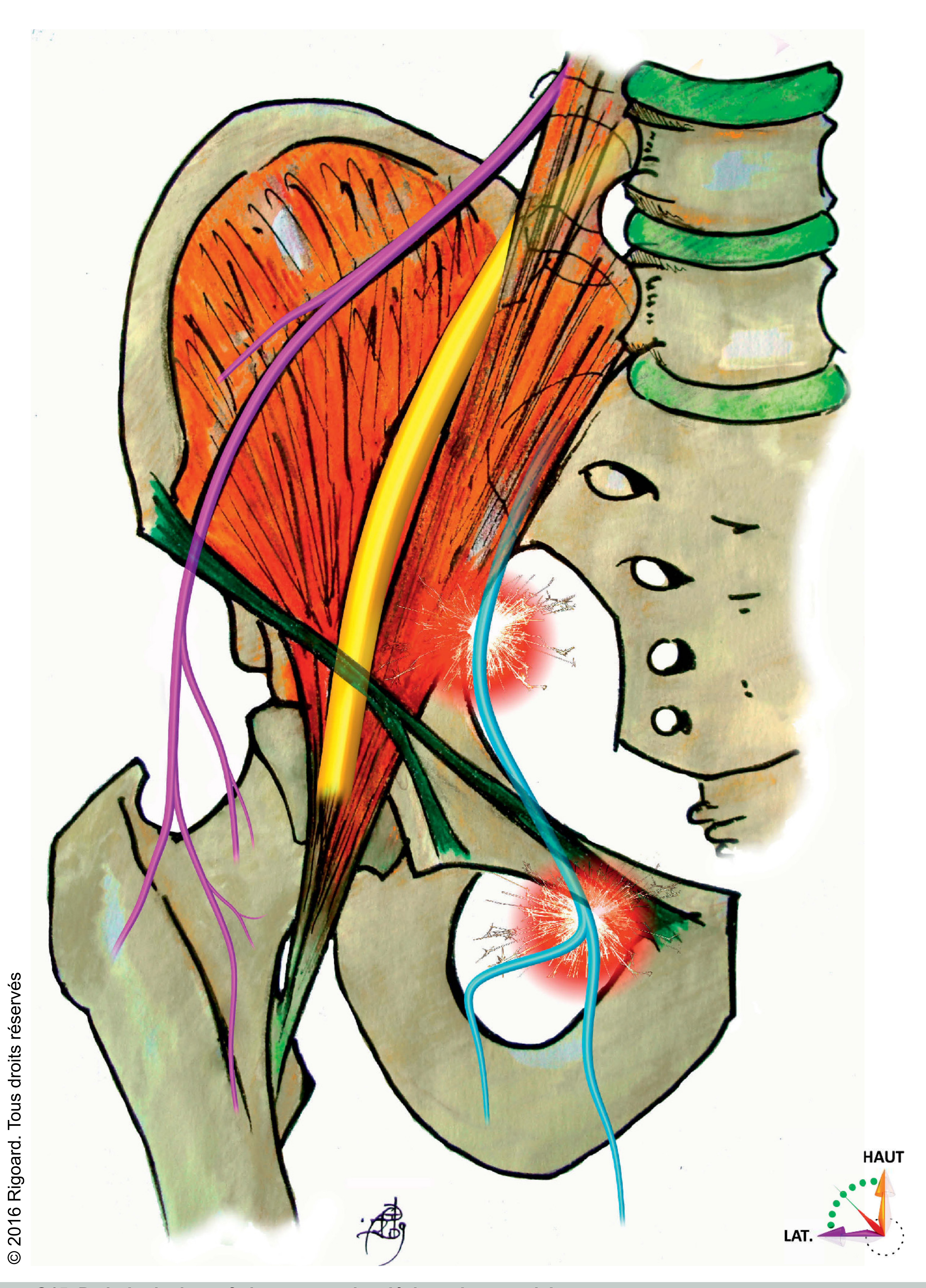
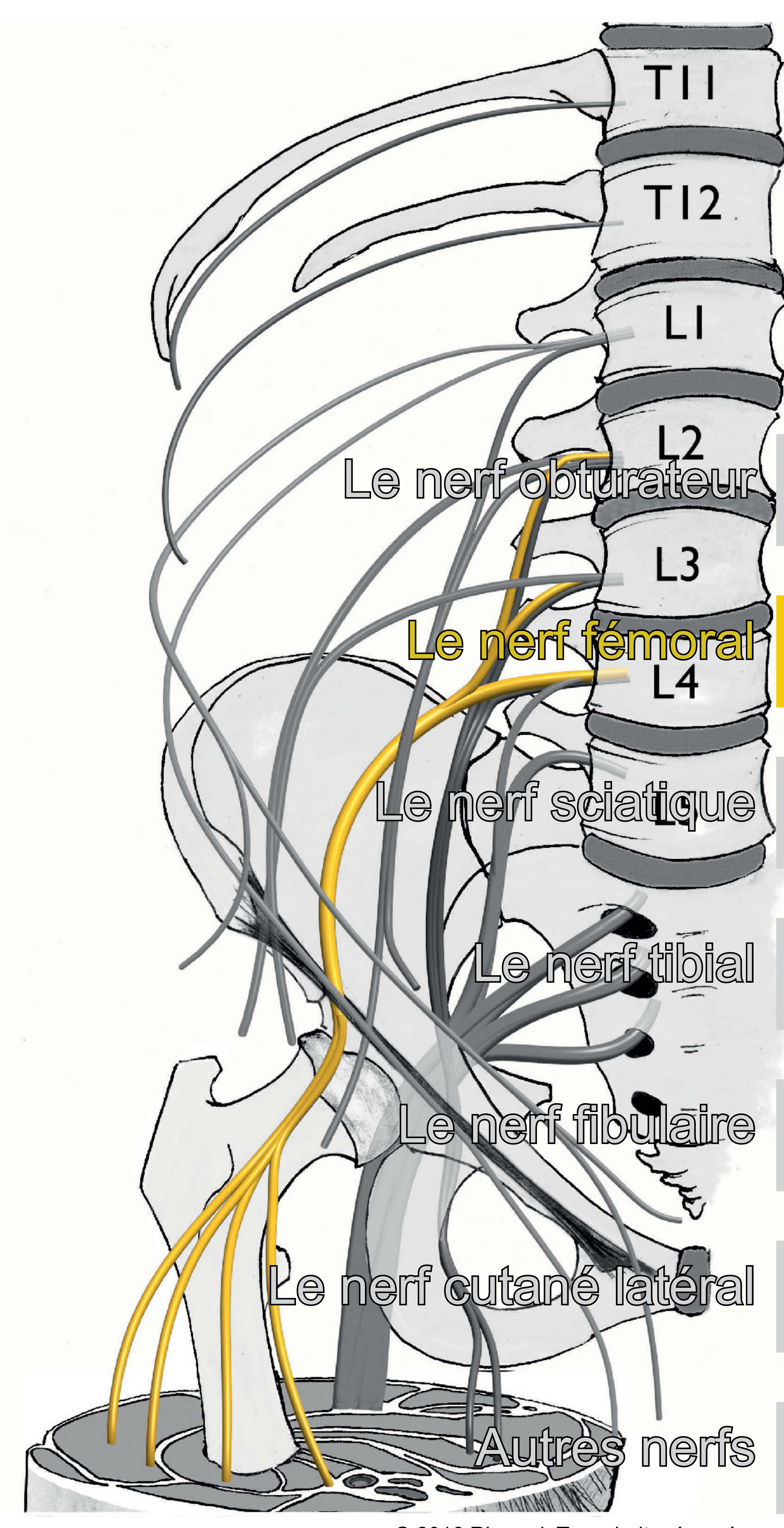


Figure O15. Pathologie du nerf obturateur : sites lésionnels potentiels

Page blanche


T11
T12
L1
L2
Le nerf obturateur
L3
Le nerf fémoral
L4
Le nerf sciatique
Le nerf tibial
Le nerf fibulaire
Le nerf cutané latéral
Autres nerfs

F

Données morphologiques

Le nerf fémoral est un nerf mixte. Il s'agit de la branche terminale principale du plexus lombaire. Il est principalement destiné à l'innervation des muscles de la loge antérieure de la cuisse.

ORIGINE

Il est constitué à partir des racines L2, L3 et L4 (Figures F1, F2). Les branches postérieures de ces racines lombaires se réunissent en passant entre les deux feuillets du muscle ilio-psoas (Figure F3), au-dessous du nerf cutané latéral de la cuisse et au-dessus et en arrière du nerf obturateur (Vidéo 54).

TRAJET

Le nerf fémoral passe entre les muscles psoas et iliaque, avant d'atteindre la racine de la cuisse (Figure F3). À ce niveau, il se trouve sous le fascia iliaque et répond en avant au caecum (à droite) et au côlon descendant (à gauche). Il est plaqué dans la gouttière du muscle psoas, sous une membrane aponévrotique (Figure PL7). Il traverse ensuite le canal fémoral (Figure F4) en passant juste en dehors de la projection de son milieu, représentée par l'arcade ilio-pectinée, où il siège en dehors de l'artère fémorale (Figure F5). Ainsi, dans le canal fémoral, il répond médialement à la branche fémorale du nerf génito-fémoral et au pédicule vasculaire fémoral (Figure F3).
Il se divise ensuite en branches terminales, avec deux branches principales, antérieure et postérieure (Figures F2, F4, F5, F6) (Vidéo 55).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Sous le fascia iliaque, le nerf fémoral répond à l'artère iliaque externe par l'intermédiaire du muscle grand psoas médialement.(Figure PL7).
Sous le ligament inguinal, il répond à l'artère fémorale médialement par l'intermédiaire de l'arcade ilio-pectinée (Figure F5).
Au même niveau, l'artère circonflexe latérale de la cuisse, branche collatérale de l'artère fémorale, passe derrière ou à travers les branches terminales du nerf fémoral (Vidéo 56).

BRANCHES COLLATÉRALES

Le nerf fémoral décoche successivement :
- des rameaux musculaires, destinées aux muscles ilio-psoas et pectiné ;
- un rameau pour l'artère fémorale (Vidéo 57).

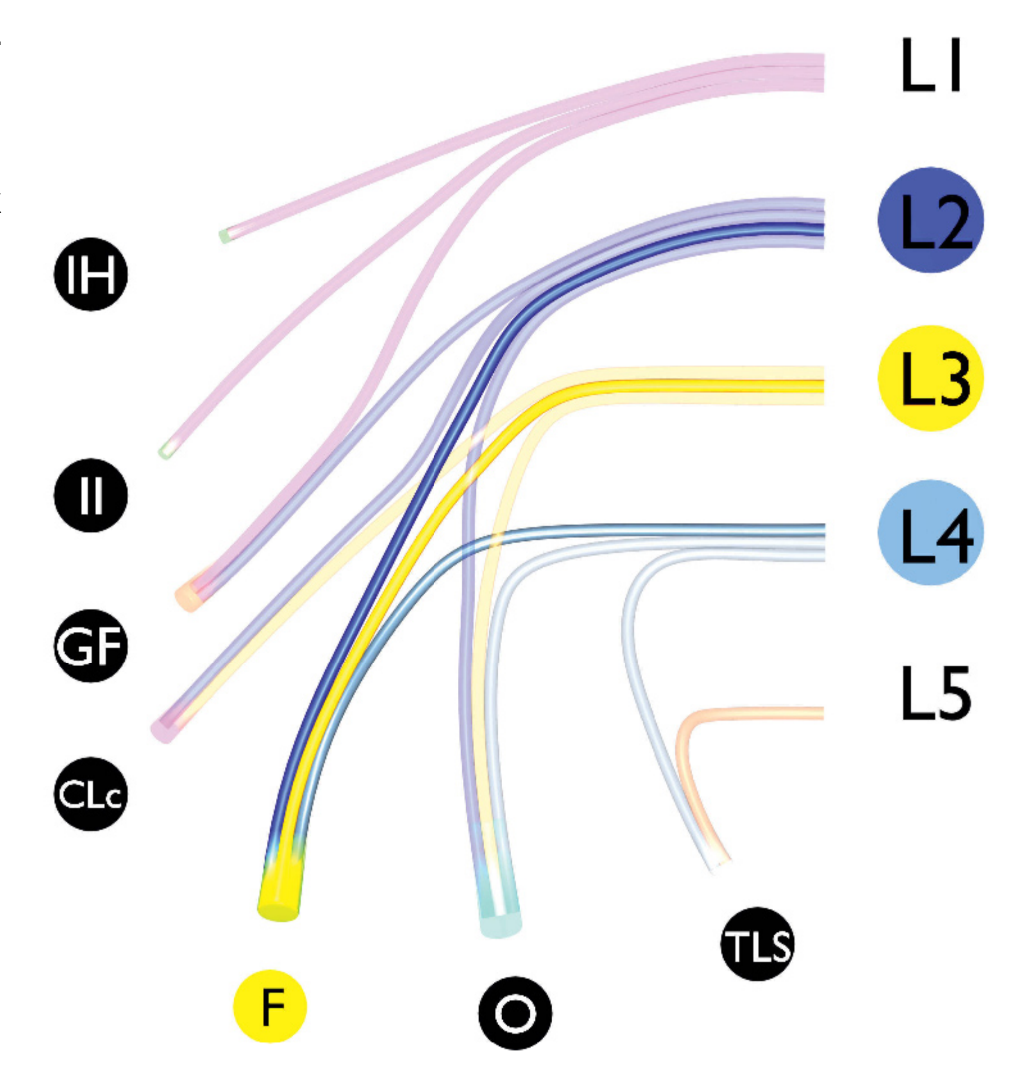


Figure F1. Origine du nerf fémoral

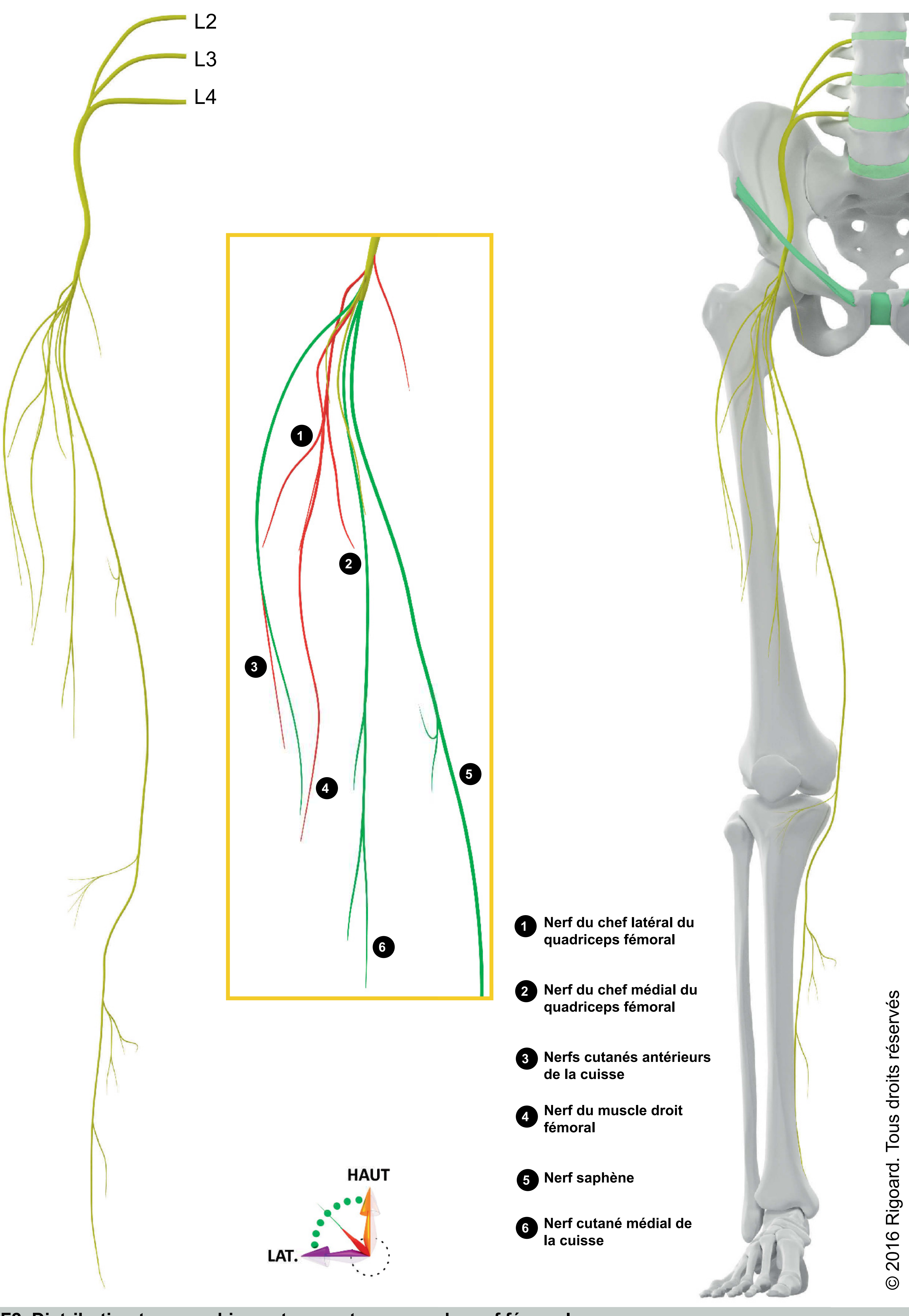
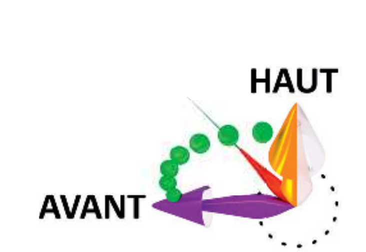


Figure F2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf fémoral

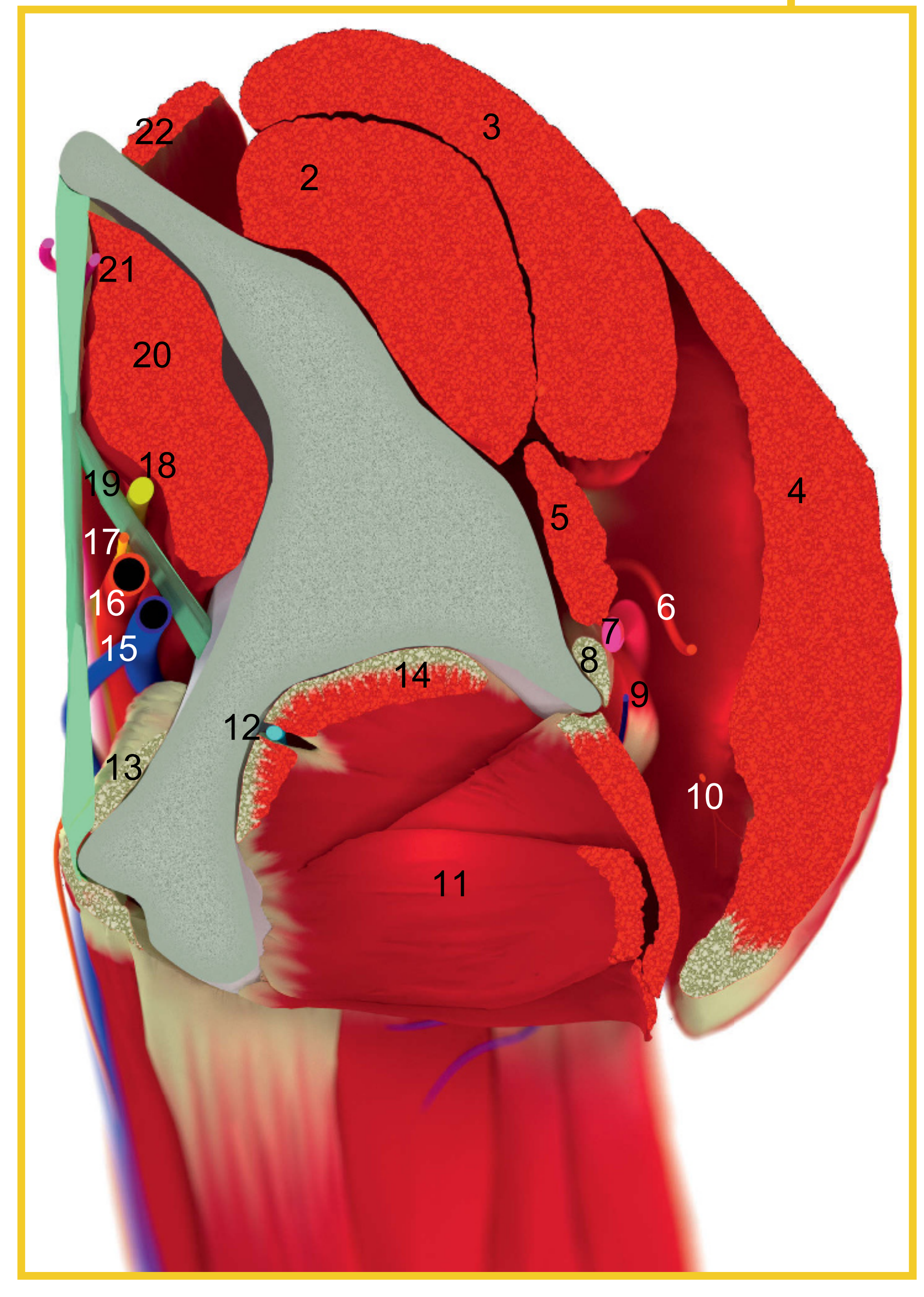
Données morphologiques à l'abdomen et à la cuisse

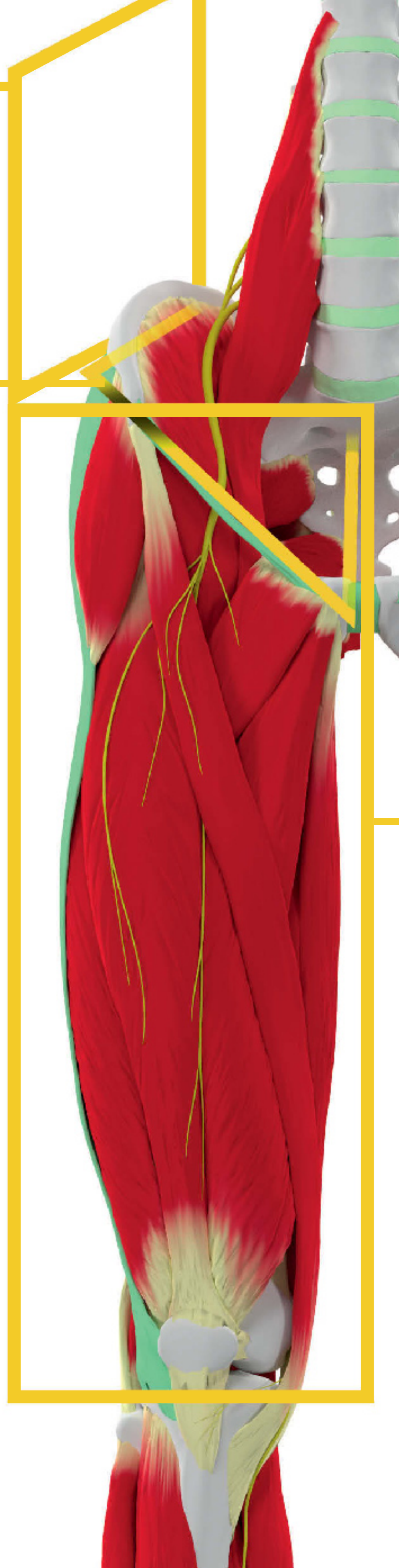






1- Muscle grand psoas
2- Muscle petit glutéal
3- Muscle moyen glutéal
4- Muscle grand glutéal
5- Muscle piriforme
6- Artère glutéale inférieure
7- Nerf sciatique
8- Muscle jumeau supérieur
9- Muscle jumeau inférieur
10- Nerf cutané postérieur de la cuisse
11- Muscle élévateur de l'anus
12- Nerf obturateur
13- Muscle pectiné
14- Muscle obturateur interne
15- Veine fémorale
16- Artère fémorale
17- Nerf génito-fémoral
18- Nerf fémoral
19- Arcade ilio-pectinée
20- Muscle ilio-psoas
21- Nerf cutané latéral de la cuisse
22- Muscle tenseur du *fascia lata*





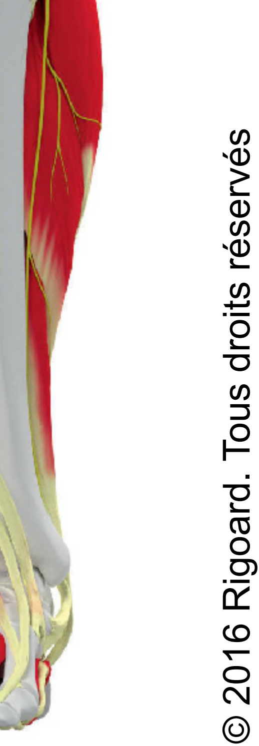
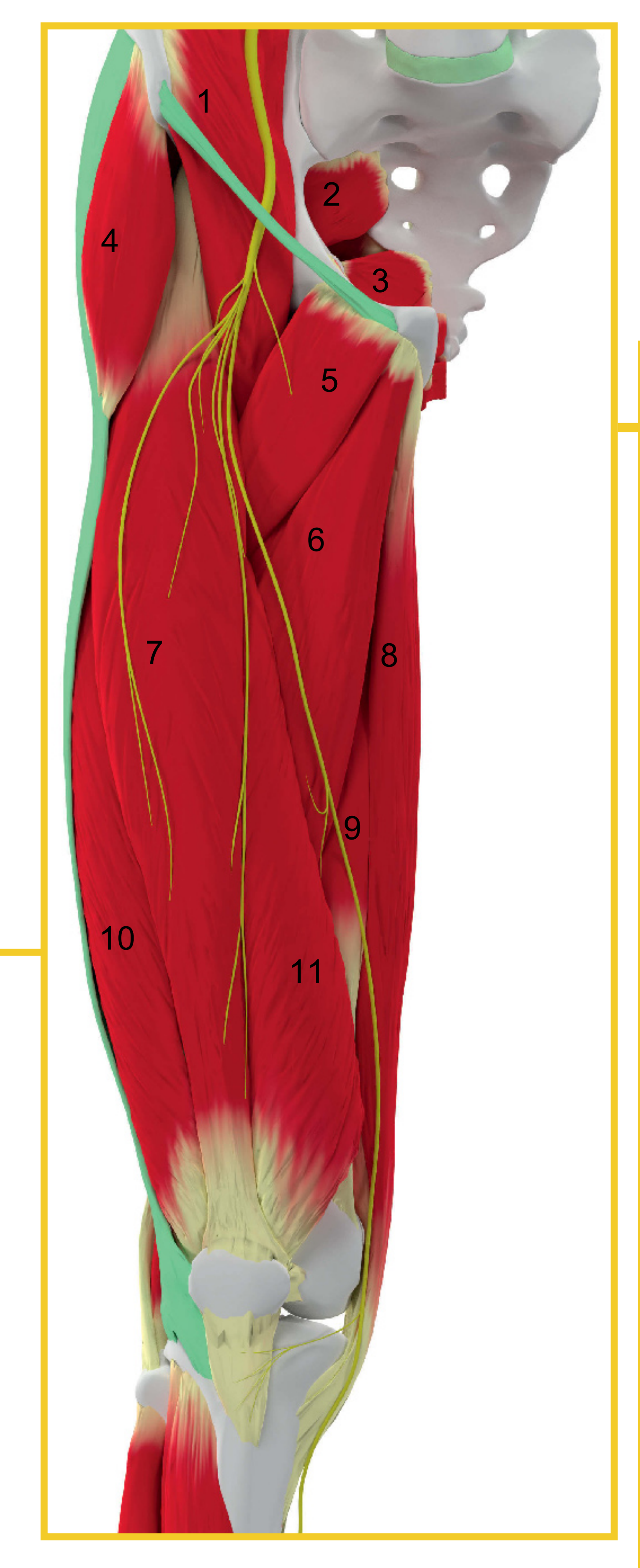
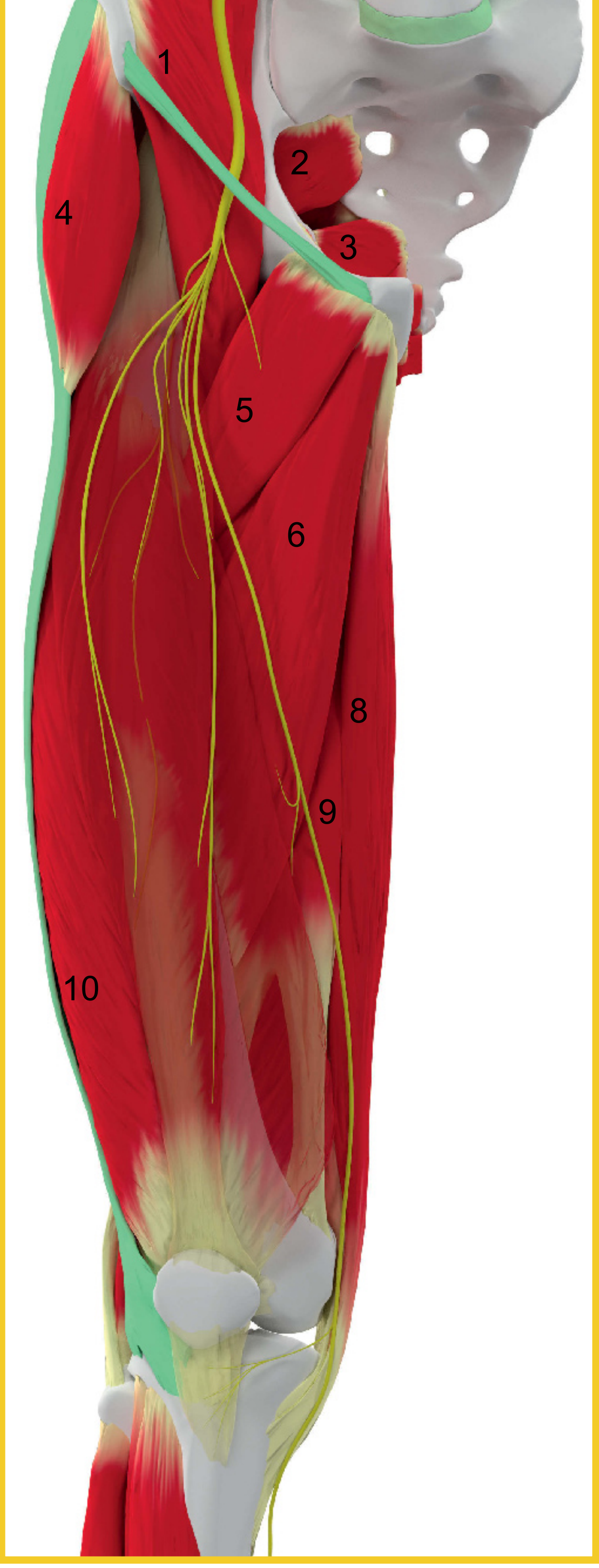
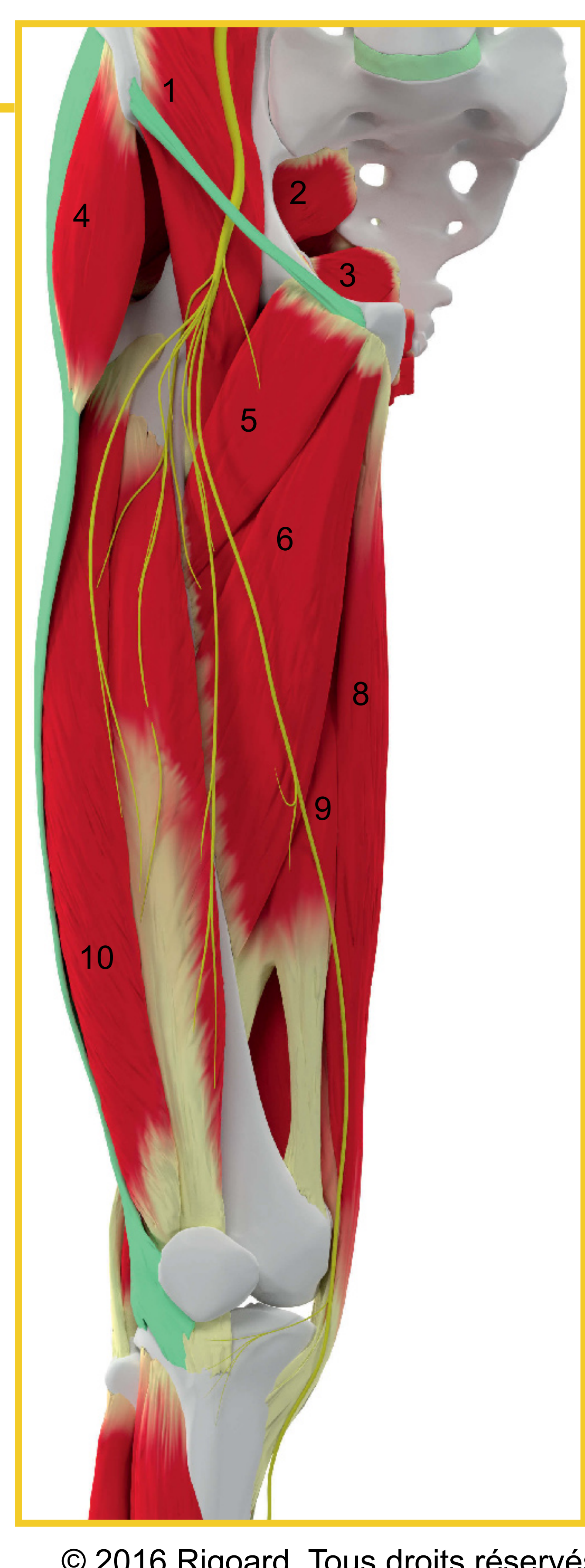


Figure F3. Rapports musculaires du nerf fémoral à son origine et au niveau de l'arcade ilio-pectinée









1- Muscle ilio-psoas

2- Muscle piriforme

3- Muscle obturateur interne

4- Muscle tenseur du *fascia lata*

5- Muscle pectiné

6- Muscle long adducteur

7- Muscle droit fémoral

8- Muscle gracile

9- Muscle grand adducteur

10- Muscle vaste latéral

11- Muscle vaste médial

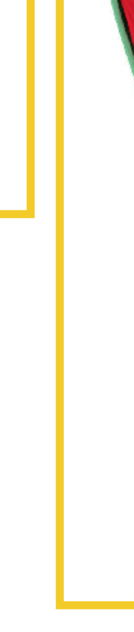
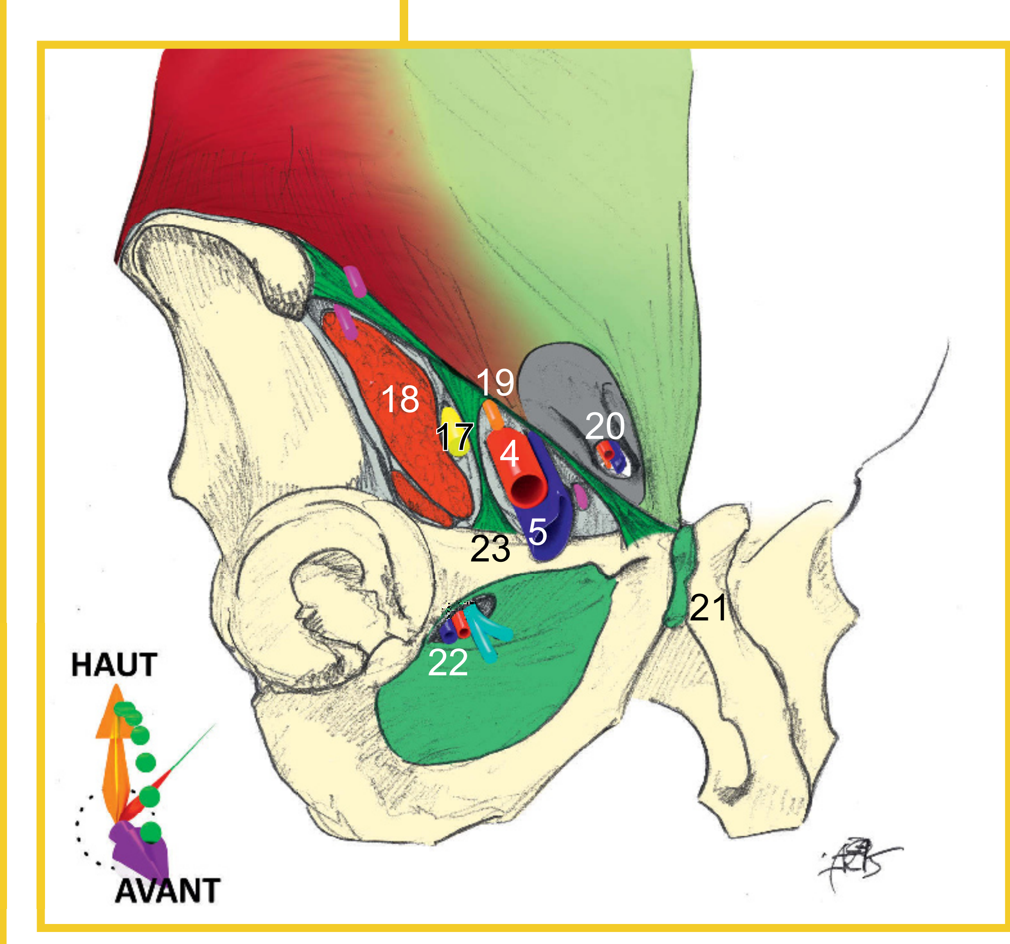


Figure F4. Rapports musculaires du nerf fémoral à la cuisse (vue antérieure de la superficie – à gauche – à la profondeur – à droite)

Données morphologiques à la cuisse



1- Muscle tenseur du *fascia lata*

2- Muscle sartorius

3- Muscle gracile

4- Artère fémorale

5- Veine fémorale

6- Muscle pectiné

7- Muscle semi-membraneux

8- Nerf cutané antérieur de le cuisse

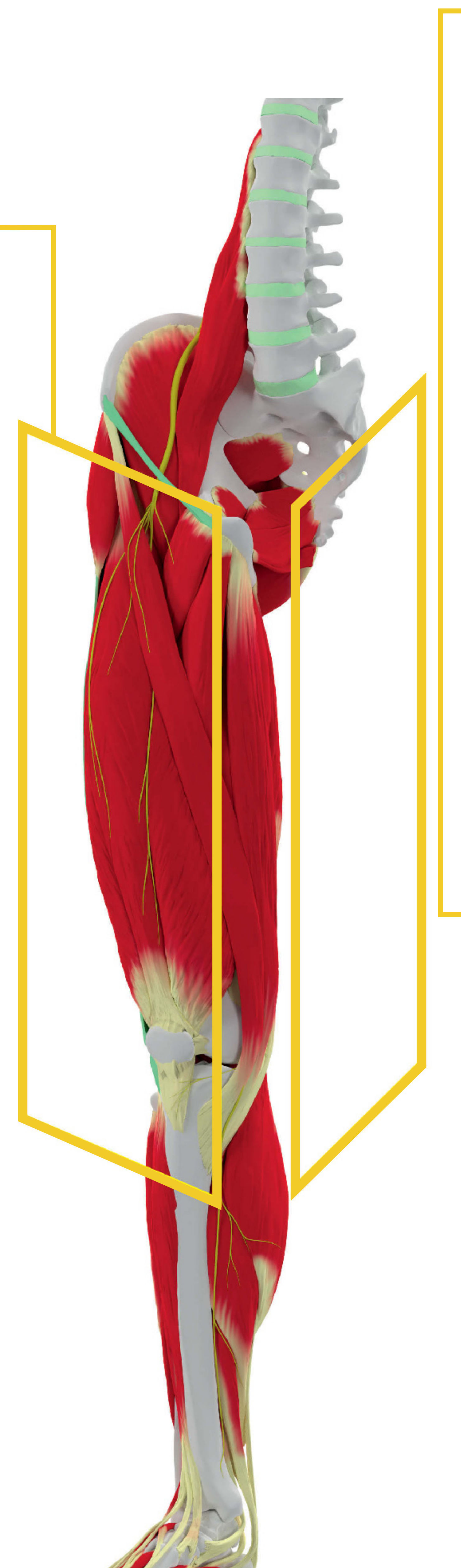
9- Nerf saphène

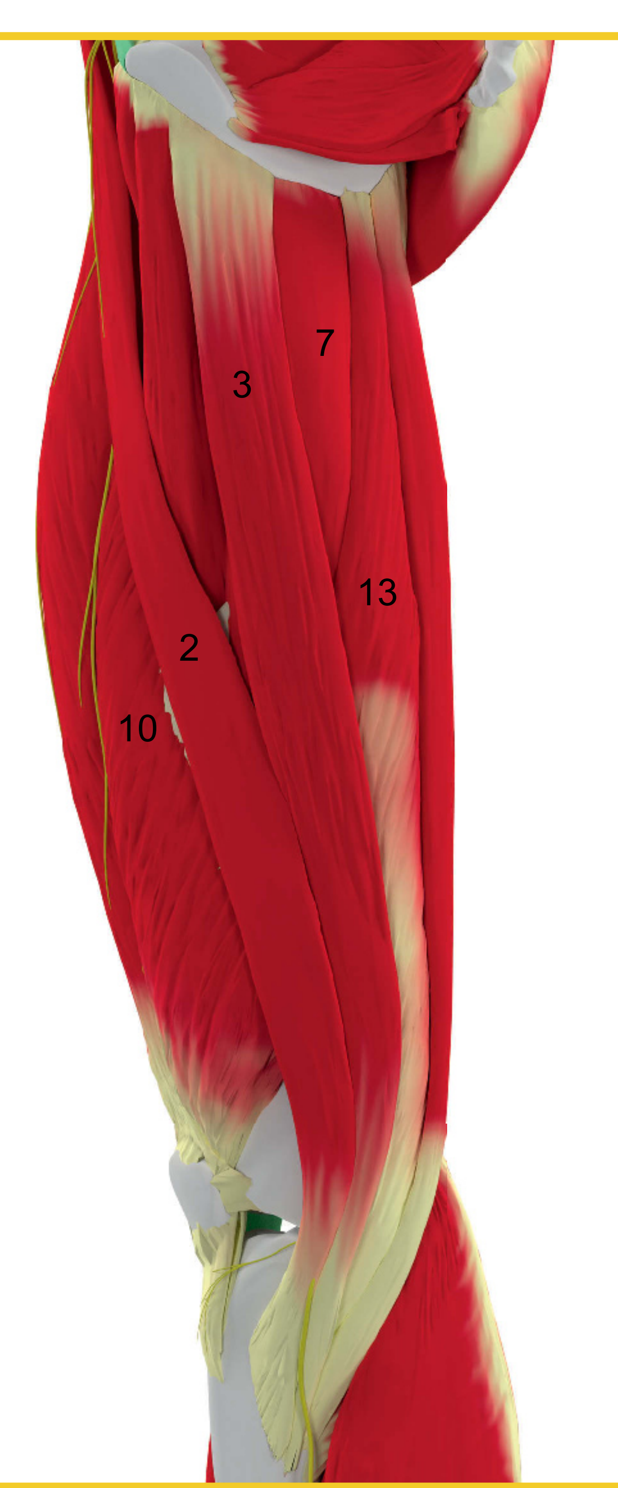
10- Nerf cutané médial de la cuisse

11- Muscle long adducteur

12- Muscle droit fémoral

Figure F5. Rapports vasculo-nerveux et musculaires du nerf fémoral à la cuisse (dessin P. Rigoard, d'après Sobotta)





13- Muscle semi-tendineux

14- Fascia subsartorial

15- Muscle vaste médial

16- Muscle vaste latéral

17- Nerf fémoral

18- Muscle ilio-psoas

19- Branche fémorale du nerf génito-fémoral

20- Cordon spermatique

21- Symphyse pubienne

22- Paquet vasculo-nerveux obturateur

23- Arcade ilio-pectinée

24- Artère circonflexe latérale de la cuisse



HAUT

AVANT

Figure F6. Rapports musculaires du nerf fémoral au canal des adducteurs (vue interne)

Données morphologiques - Synthèse

BRANCHES TERMINALES

Le nerf fémoral se divise après avoir traversé le canal fémoral sous le ligament inguinal, dans le trigone fémoral, ancien triangle de Scarpa (Figure F4).
Ce trigone est délimité par une base supérieure, représentée par le ligament inguinal, médialement par le muscle gracile, et latéralement par le muscle sartorius.
Le nerf fémoral donne alors plusieurs branches terminales, dont deux branches principales, antérieure et postérieure. Par leur intermédiaire, il se distribue aux muscles de la face antérieure de la cuisse et à la peau, avec les nerfs cutanés antérieurs et le nerf cutané médial de la cuisse (Figures F2, F4).
La branche antérieure se divise elle-même pour innerver les muscles de la face antérieure de la cuisse, avec les nerfs du muscle sartorius, les nerfs des différents chefs du muscle quadriceps fémoral et les nerfs des muscles pectiné et long adducteur (Figure F4). Les nerfs du muscle sartorius se distribuent au corps du muscle par sa face postérieure dans la moitié supérieure de son trajet.
Cette branche donne également un rameau à destinée vasculaire pour l'artère profonde de la cuisse et les nerfs cutanés principaux, antérieurs et médial de la cuisse. Ceux-ci naissent sous le muscle sartorius et atteignent la peau en longeant son bord médial ou en le traversant (Figure F5). Enfin, ils se ramifient à la peau dans la partie antérieure de la cuisse.

La branche postérieure, ou nerf saphène, descend jusqu'au genou (Figure F2). Elle naît au tiers supérieur de la cuisse et se localise initialement au bord médial de l'artère fémorale. Le nerf saphène chemine ensuite dans le canal des adducteurs, prolongement de la partie inférieure du trigone fémoral (Figure F5).
Le canal des adducteurs, ancien canal de Hunter, est délimité latéralement et en avant par le chef médial du muscle quadriceps, médialement par le septum intermusculaire vasto-adducteur et en arrière par les muscles long et grand adducteurs. Le nerf saphène traverse ensuite le fascia vasto-adducteur (aussi appelé fascia subsartorial), lequel relie le chef médial du quadriceps fémoral au muscle grand adducteur (Figure F6). Il croise en avant l'artère fémorale pour cheminer sur son bord médial. Il répond alors à l'artère descendante du genou latéralement, branche collatérale de l'artère fémorale. Ce trajet se fait sous le muscle sartorius, de la naissance du nerf saphène jusqu'au genou.

Au niveau du genou, le nerf saphène devient sous-cutané pour innerver la peau de la face médiale de la jambe par l'intermédiaire du rameau infra-patellaire. Il accompagne la grande veine saphène et finit par se diviser en deux branches terminales (Figure F6).

Le nerf saphène accessoire est une branche terminale du nerf fémoral émergeant médialement et au-dessus des autres branches terminales. Il se divise rapidement en une branche superficielle, qui longe la grande veine saphène jusqu'au genou, et une branche profonde, qui accompagne l'artère fémorale jusqu'au canal des adducteurs. Cette branche profonde finit par se ramifier sous la peau de la face médiale du genou (Vidéo 58).

FONCTION MOTRICE

Par l'innervation du muscle ilio-psoas notamment, le nerf fémoral assure la flexion de la cuisse sur le tronc et l'extension de la jambe sur la cuisse. Ce même muscle assure la rotation latérale de la cuisse (Figure F7).
Le nerf fémoral a également une fonction accessoire d'adduction de la cuisse en innervant le muscle pectiné (Vidéo 59).

FONCTION SENSITIVE

Le nerf fémoral assure l'innervation de la face antérieure de la cuisse, des faces antérieure et médiale du genou, de la moitié médiale de la jambe et du bord médial de la cheville (Figure F7) (Vidéo 60).

ANASTOMOSES

Le nerf fémoral s'anastomose successivement avec les nerfs :
- génito-fémoral ;
- obturateur, sous la partie proximale du muscle sartorius, en formant le plexus subsartorial ;
- sciatique rarement ;
- fibulaire profond, par le nerf saphène.



1- Muscle ilio-psoas

2- Muscle sartorius

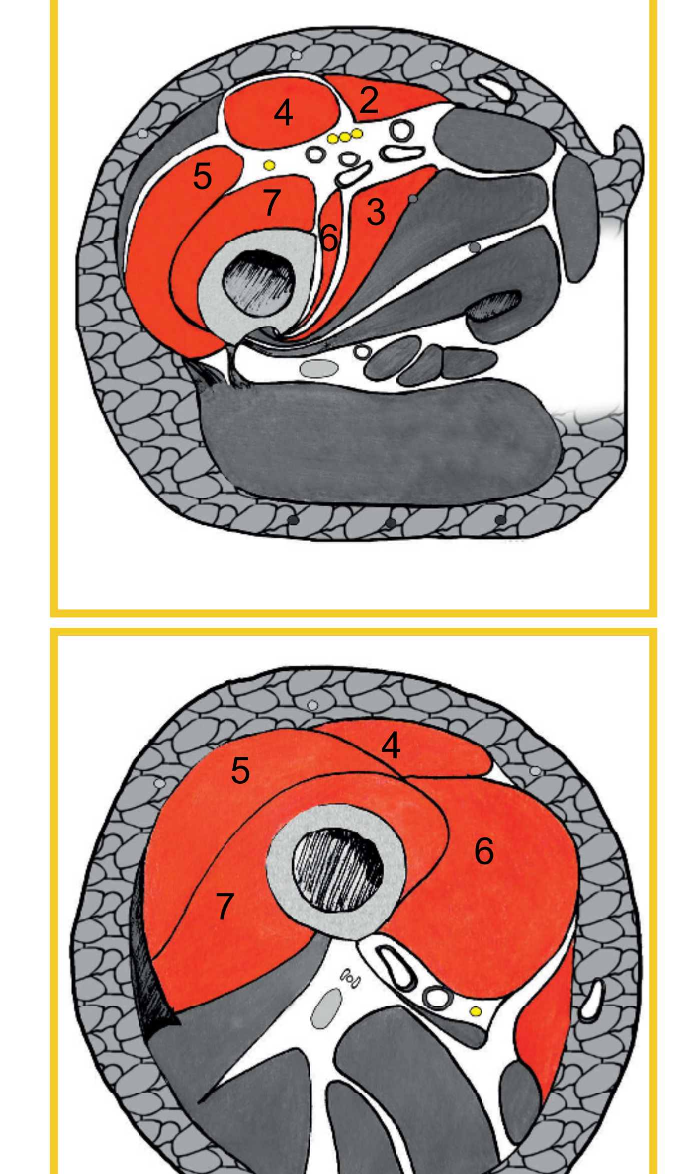
3- Muscle pectiné

4- Muscle droit fémoral

5- Muscle vaste latéral

6- Muscle vaste médial

7- Muscle vaste intermédiaire



1
2
3
4
5
6

Nerf fémoral

Nerf saphène

HAUT

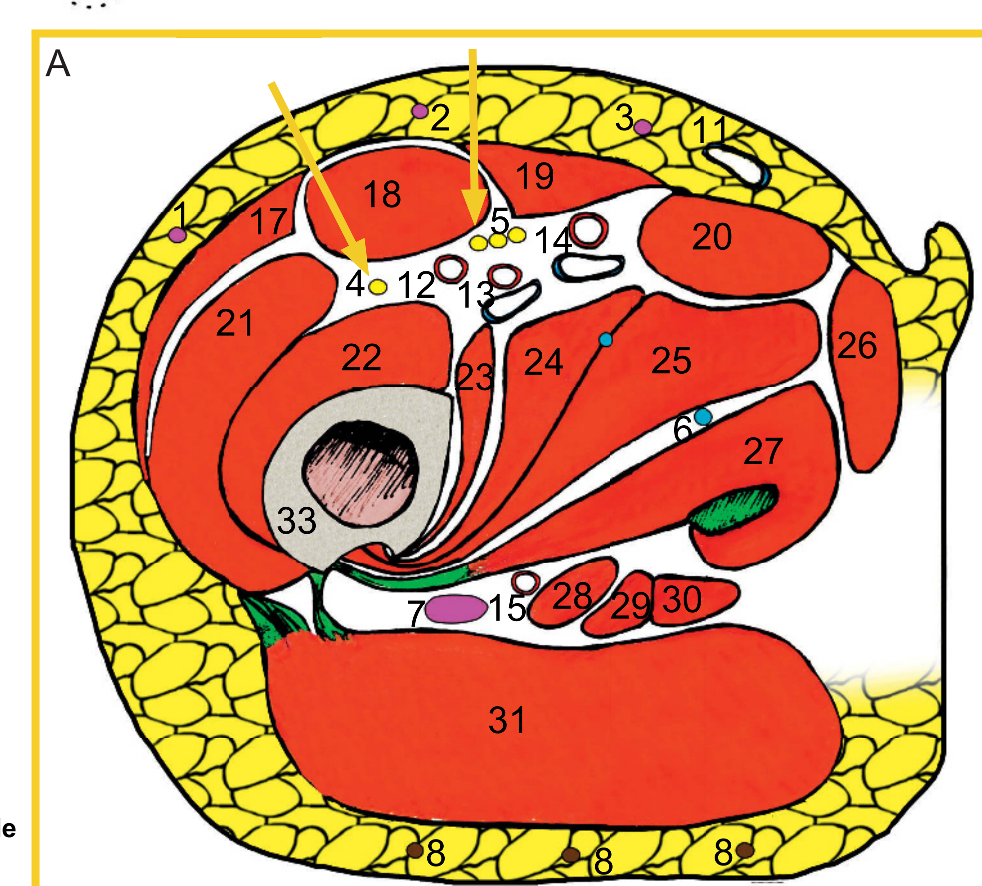
LAT.

Figure F7. Innervation motrice et sensitive du nerf fémoral

Données morphologiques - Coupes

1- Nerf cutané latéral de la cuisse
2- Nerf cutané antérieur de la cuisse
3- Nerf cutané médial de la cuisse
4- Nerf du muscle quadriceps
5- Branche terminale du nerf fémoral
6- Branche du nerf obturateur
7- Nerf sciatique
8- Nerfs cluniaux inférieurs
9- Nerf saphène
10- Nerf cutané postérieur de la cuisse
11- Grande veine saphène
12- Artère du muscle quadriceps
13- Artère et veine profondes de la cuisse
14- Artère et veine fémorales
15- Artère glutéale inférieure
16- Branche profonde de l'artère profonde de la cuisse
17- Muscle tenseur du *fascia lata*
18- Muscle droit fémoral
19- Muscle sartorius
20- Muscle long adducteur
21- Muscle vaste latéral
22- Muscle vaste intermédiaire
23- Muscle vaste médial
24- Muscle pectiné
25- Muscle court adducteur
26- Muscle gracile
27- Muscle grand adducteur
28- Muscle semi-membraneux
29- Chef long du muscle biceps fémoral
30- Chef court du muscle biceps fémoral
31- Muscle grand fessier
32- Chef court du muscle biceps fémoral
33- Fémur
34- Nerf obturateur (branche articulaire du genou)
35- Nerf obturateur (rameau cutané)

AVANT
MÉD.



A
B

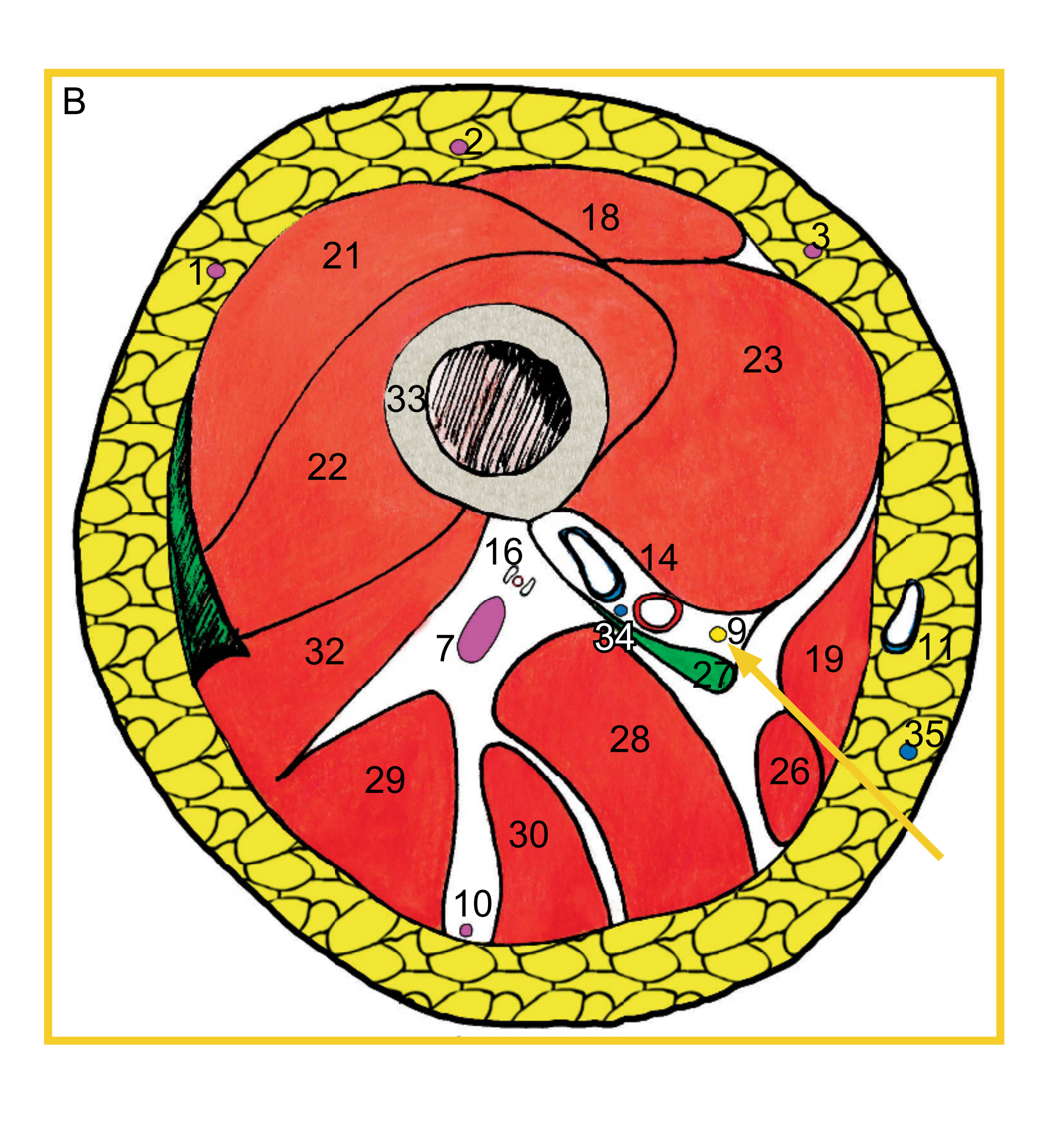
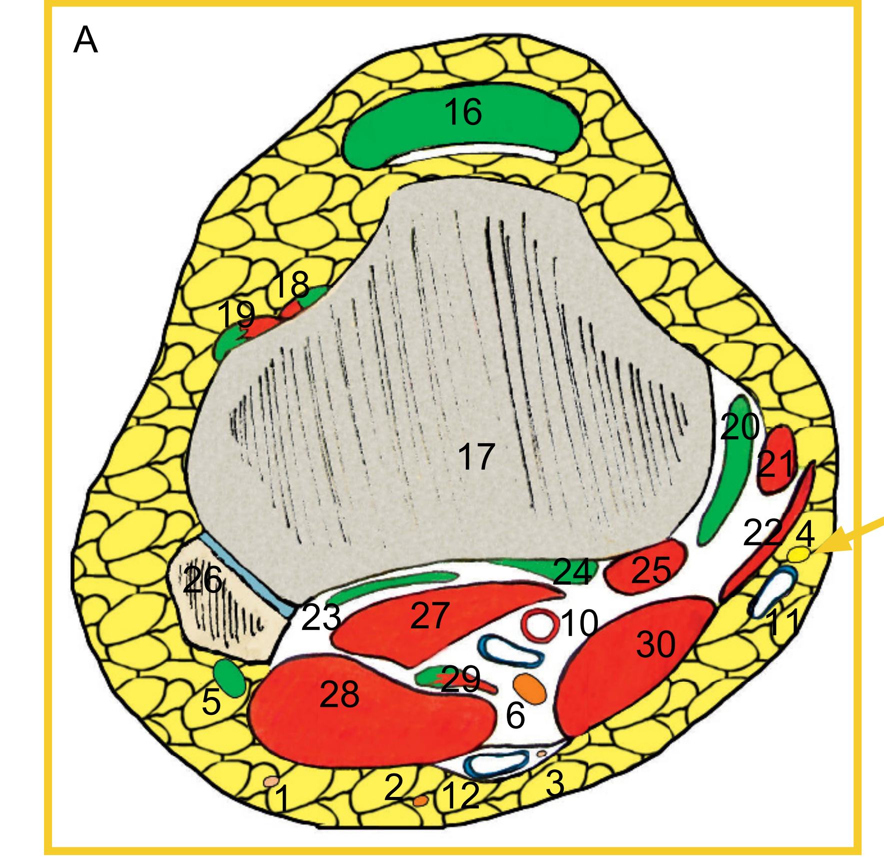
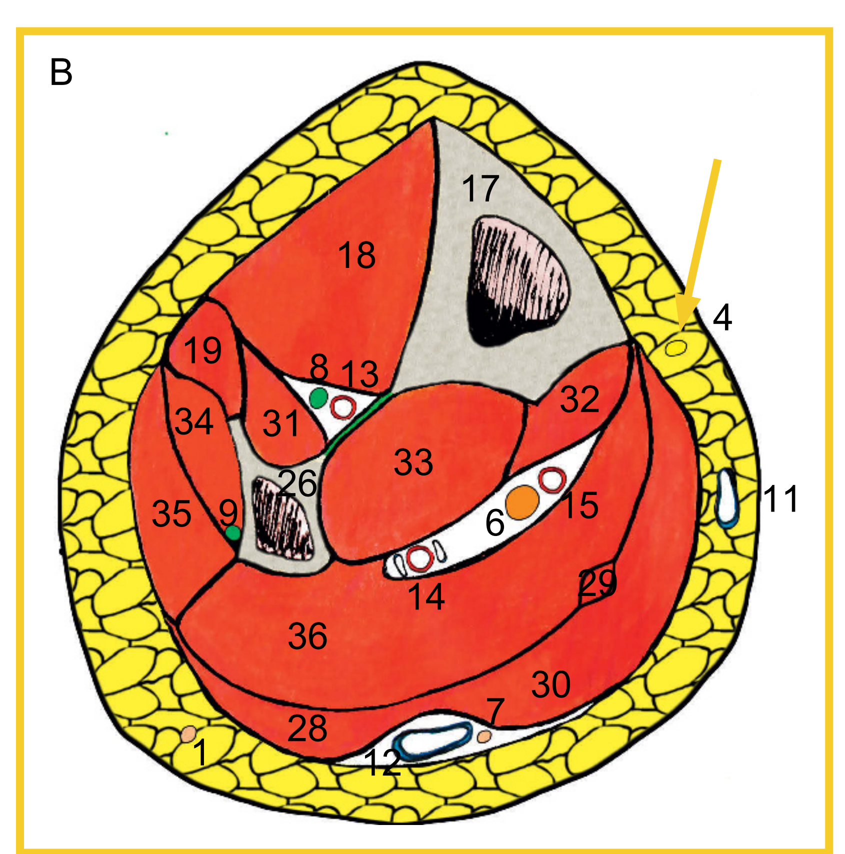




Figure F8. Rapports du nerf fémoral à la cuisse, en coupes axiales

1- Nerf cutané sural latéral
2- Rameau communicant fibulaire
3- Nerf cutané sural médial
4- Nerf saphène
5- Nerf fibulaire
6- Nerf tibial
7- Nerf sural
8- Nerf fibulaire profond
9- Nerf fibulaire superficiel
10- Artère et veine poplitées
11- Grande veine saphène
12- Petite veine saphène
13- Artère tibiale antérieure
14- Artère et veine fibulaires
15- Artère tibiale postérieure
16- Ligament patellaire du muscle quadriceps
17- Tibia
18- Muscle tibial antérieur
19- Muscle long extenseur des orteils
20- Ligament collatéral tibial
21- Muscle gracile
22- Muscle sartorius
23- Bourse séreuse
24- Ligament croisé postérieur
25- Muscle semi-membraneux
26- Fibula
27- Muscle poplité
28- Chef latéral du muscle gastrocnémien
29- Muscle plantaire
30- Chef médial du muscle gastrocnémien
31- Muscle long extenseur de l'hallux
32- Muscle long fléchisseur des orteils
33- Muscle tibial postérieur
34- Muscle court fibulaire
35- Muscle long fibulaire
36- Muscle soléaire
37- Muscle long fléchisseur de l'hallux
38- Tendon calcanéen
39- Muscle triceps sural





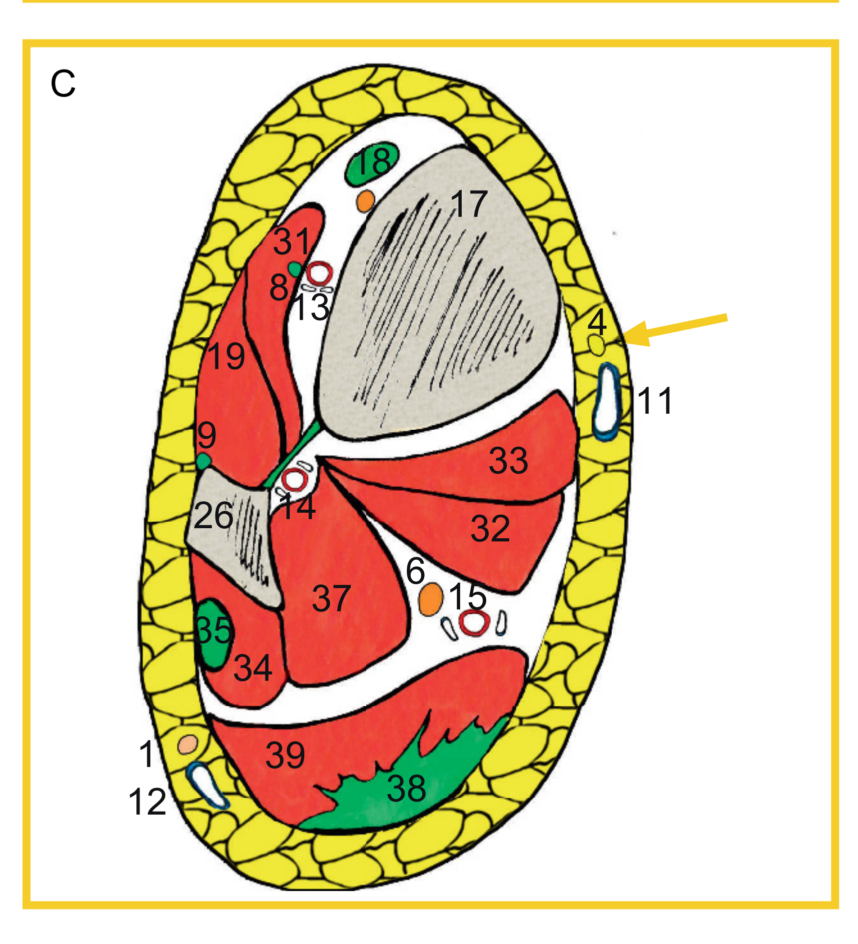
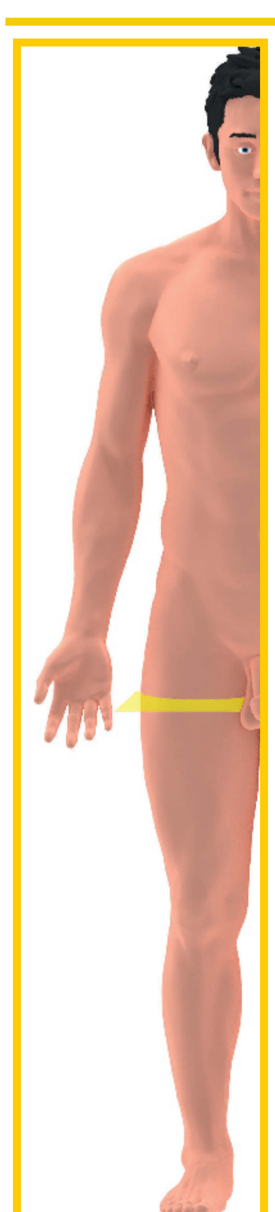
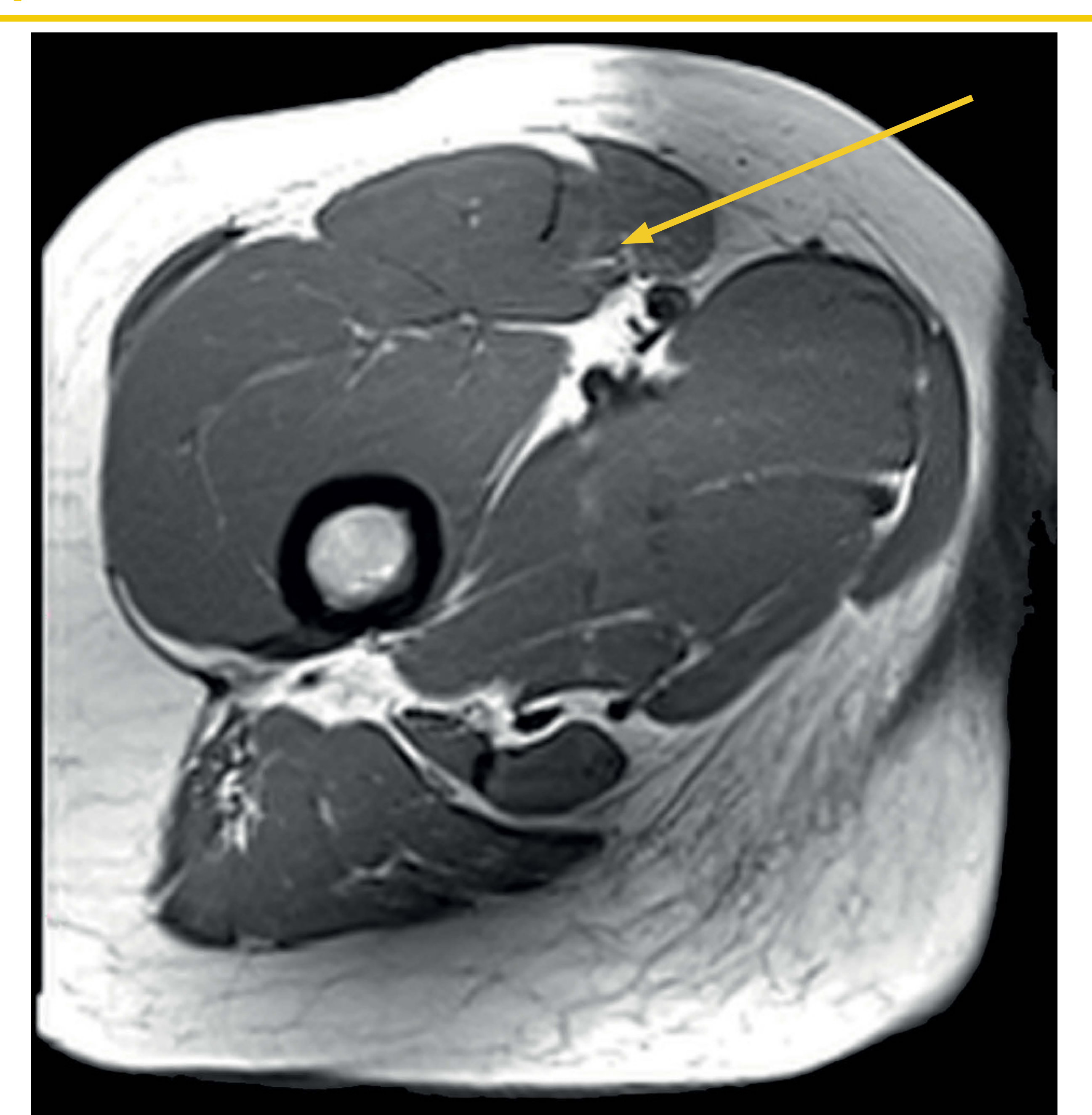


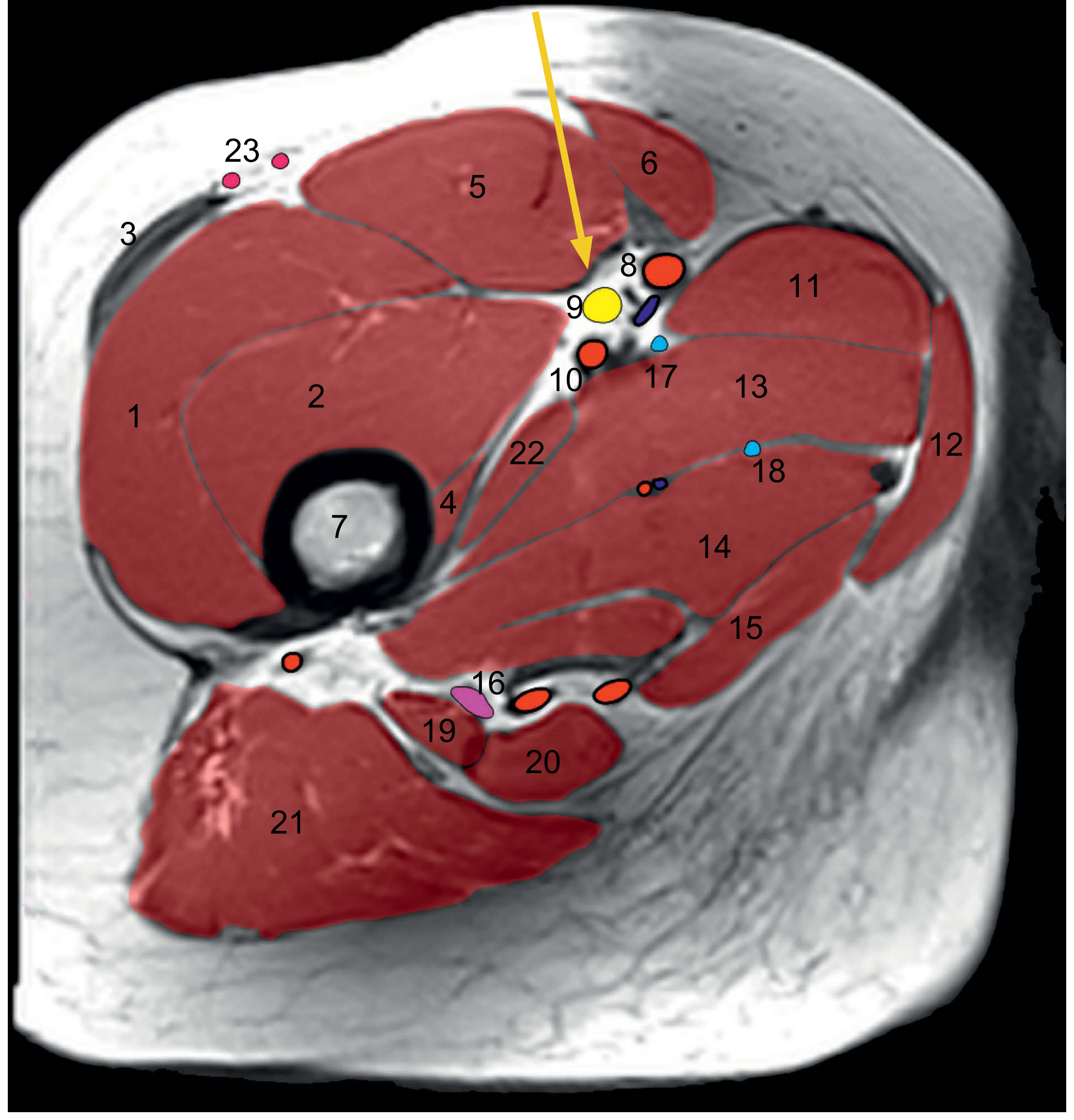


Figure F9. Rapports du nerf fémoral à la jambe, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM







1- Muscle vaste latéral

2- Muscle vaste intermédiaire

3- Muscle tenseur du *fascia lata*

4- Muscle vaste médial

5- Muscle droit fémoral

6- Muscle sartorius

7- Fémur

8- Artère et veine fémorales

9- Nerf fémoral

10- Artère et veine profondes de la cuisse

11- Muscle long adducteur

12- Muscle gracile

13- Muscle court adducteur

14- Muscle grand adducteur

15- Muscle semi-membraneux

16- Nerf sciatique

17- Branche antérieure du nerf obturateur

18- Branche postérieure du nerf obturateur

19- Tendon du muscle biceps fémoral

20- Tendon du muscle semi-tendineux

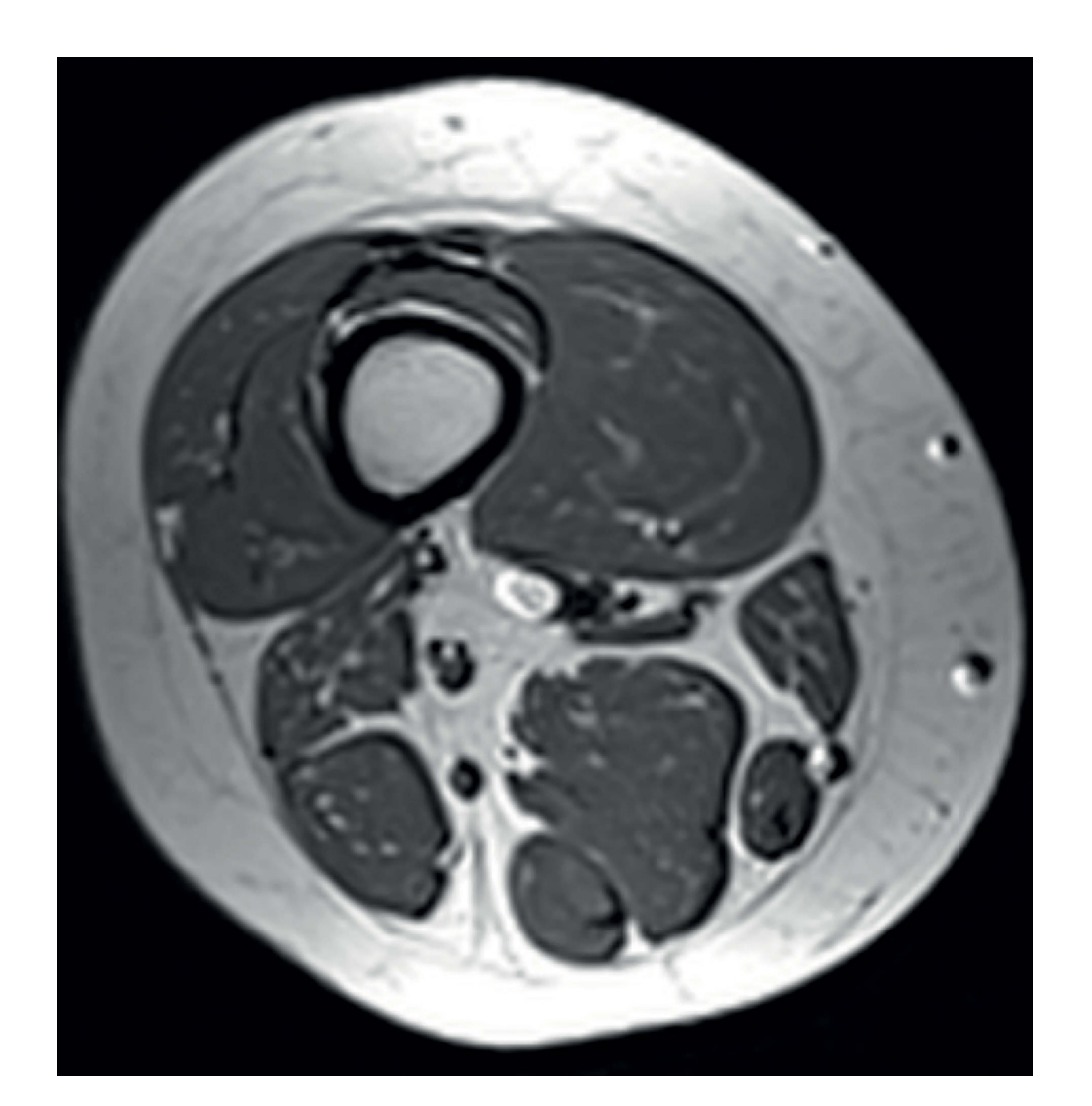
21- Muscle grand fessier

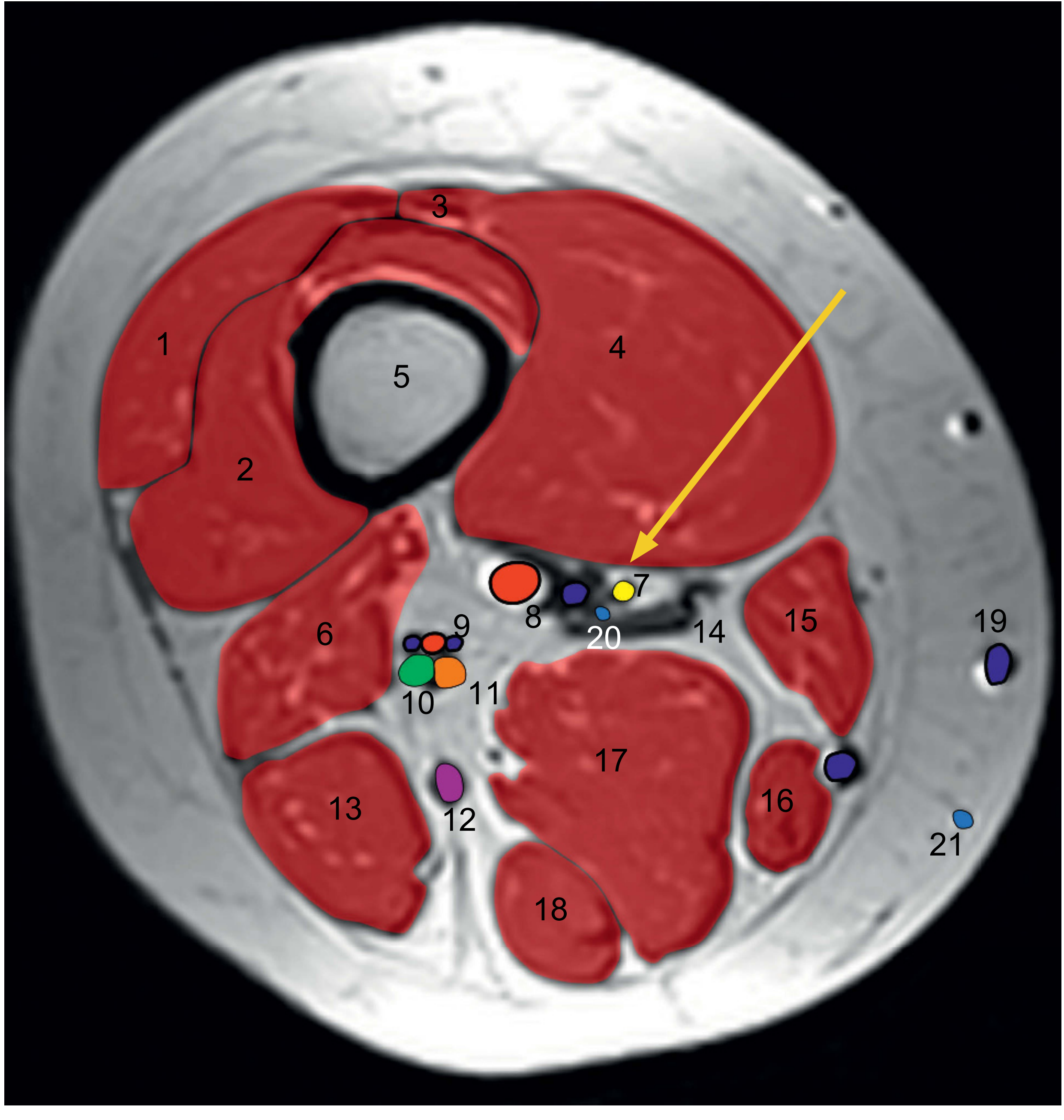
22- Muscle pectiné

23- Nerf cutané latéral de la cuisse

Figure F10. Coupes IRM au tiers proximal de la cuisse passant par le nerf fémoral







1- Muscle vaste latéral

2- Muscle vaste intermédiaire

3- Muscle droit fémoral

4- Muscle vaste médial

5- Fémur

6- Chef court du muscle biceps fémoral

7- Nerf saphène

8- Artère et veine fémorales

9- Artère et veine perforantes de l'artère et de la veine profondes de la cuisse

10- Nerf fibulaire commun

11- Nerf tibial

12- Nerf cutané postérieur de la cuisse

13- Chef long du muscle biceps fémoral

14- Muscle grand adducteur

15- Muscle sartorius

16- Muscle gracile

17- Muscle semi-membraneux

18- Muscle semi-tendineux

19- Grande veine saphène

20- Nerf obturateur (branche articulaire du genou)

21- Nerf obturateur (rameau cutané)

Figure F11. Coupes IRM au tiers distal de la cuisse passant par le nerf fémoral

Pathologie

SYNDROME DU NERF FÉMORAL OU NÉVRALGIE FÉMORALE

Le nerf fémoral est une branche terminale du plexus lombaire. Il sort du pelvis sous l'arcade fémorale, où il répond médialement à l'artère fémorale. Cette arcade est fermée en haut par le ligament ilio-pectiné et peut être le siège d'un syndrome canalaire (Figure F12).

Étiologie

Compression : ce syndrome canalaire peut être provoqué par des mouvements de hanche répétés favorisant une compression du nerf à ce niveau, un accouchement difficile, une expansion du muscle psoas, une lésion tumorale voire une chirurgie par exemple.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : ils concernent la face antérieure de la cuisse, pouvant évoquer une douleur de hanche. Elle peut être réveillée par des mouvements de hanche favorisant la compression du nerf.

- Signes moteurs : le nerf fémoral innerve le muscle ilio-psoas et l'essentiel des muscles de la loge antérieure de la cuisse. Une atteinte chronique provoque une parésie et une amyotrophie du muscle quadriceps fémoral. L'extension de la jambe sur la cuisse est diminuée voire devient impossible. Le muscle ilio-psoas étant innervé en amont de l'atteinte du nerf fémoral, la flexion de la cuisse sur le tronc est habituellement préservée.

Examens complémentaires

- L'électroneuromyogramme montre des signes de dénervation dans les muscles innervés par le nerf fémoral.
- Une imagerie du rachis lombaire élimine une cause compressive ou un conflit disco-radiculaire sur L3 ou L4.

Traitement

Lorsqu'il s'agit d'un syndrome canalaire, le traitement chirurgical consiste à sectionner le ligament fémoral. Quelle que soit la voie d'abord utilisée, la morbidité est quasi nulle.
Un excellent résultat est en général obtenu tant sur la douleur que sur la récupération fonctionnelle du quadriceps lorsque l'amyotrophie n'est pas encore constituée.

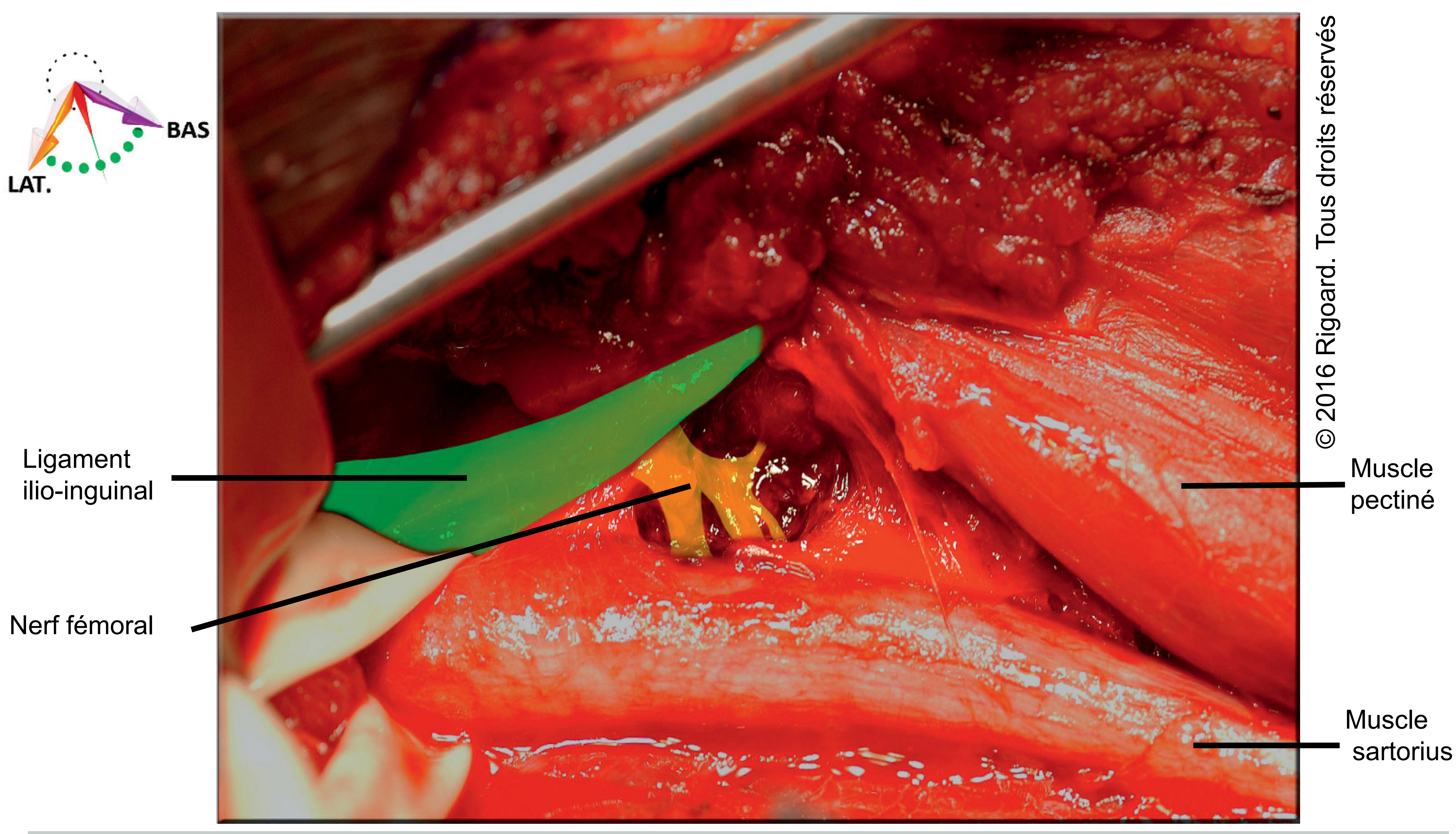


Figure F12. Vue opératoire d'une décompression du nerf fémoral au trigone fémoral

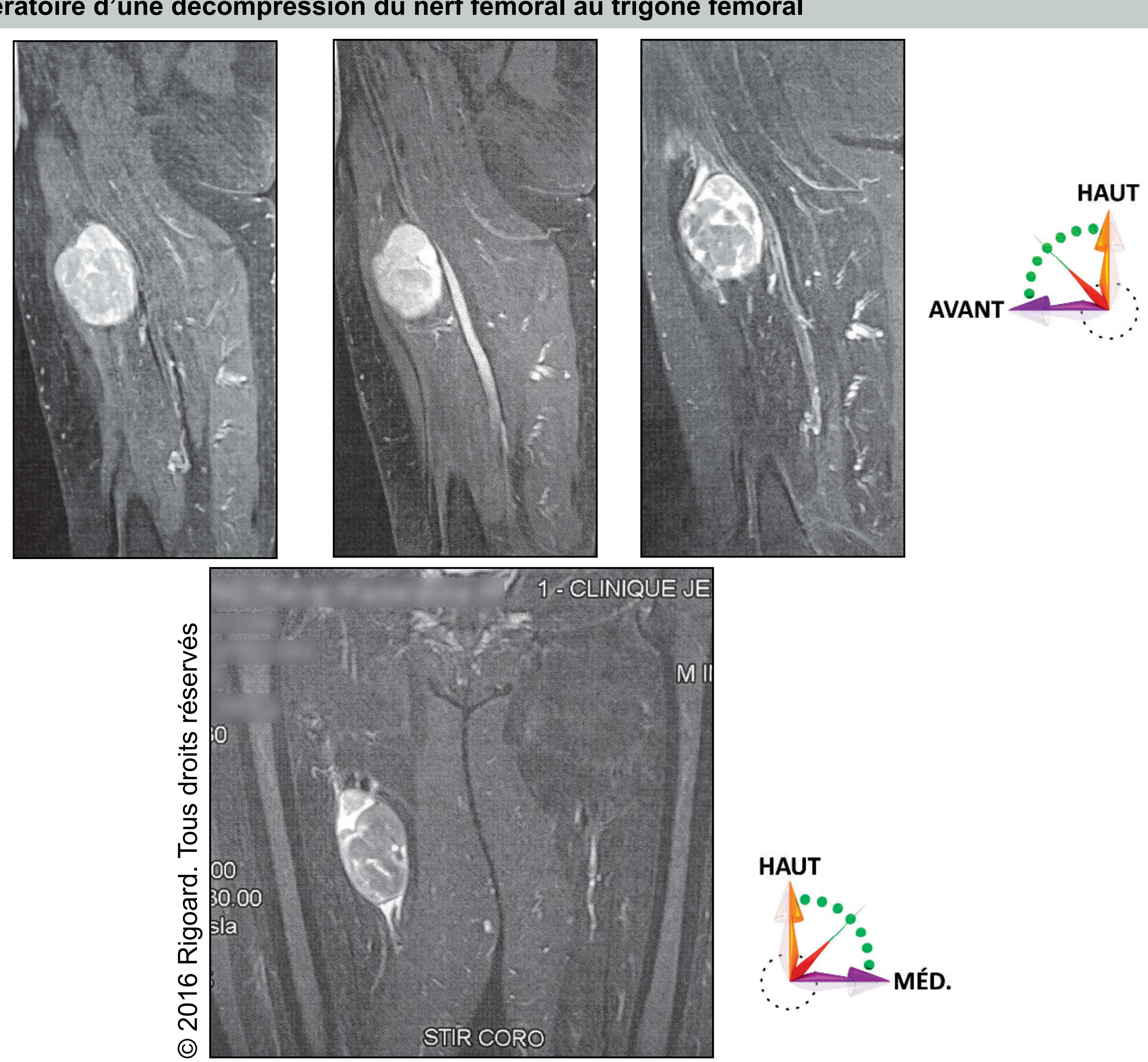
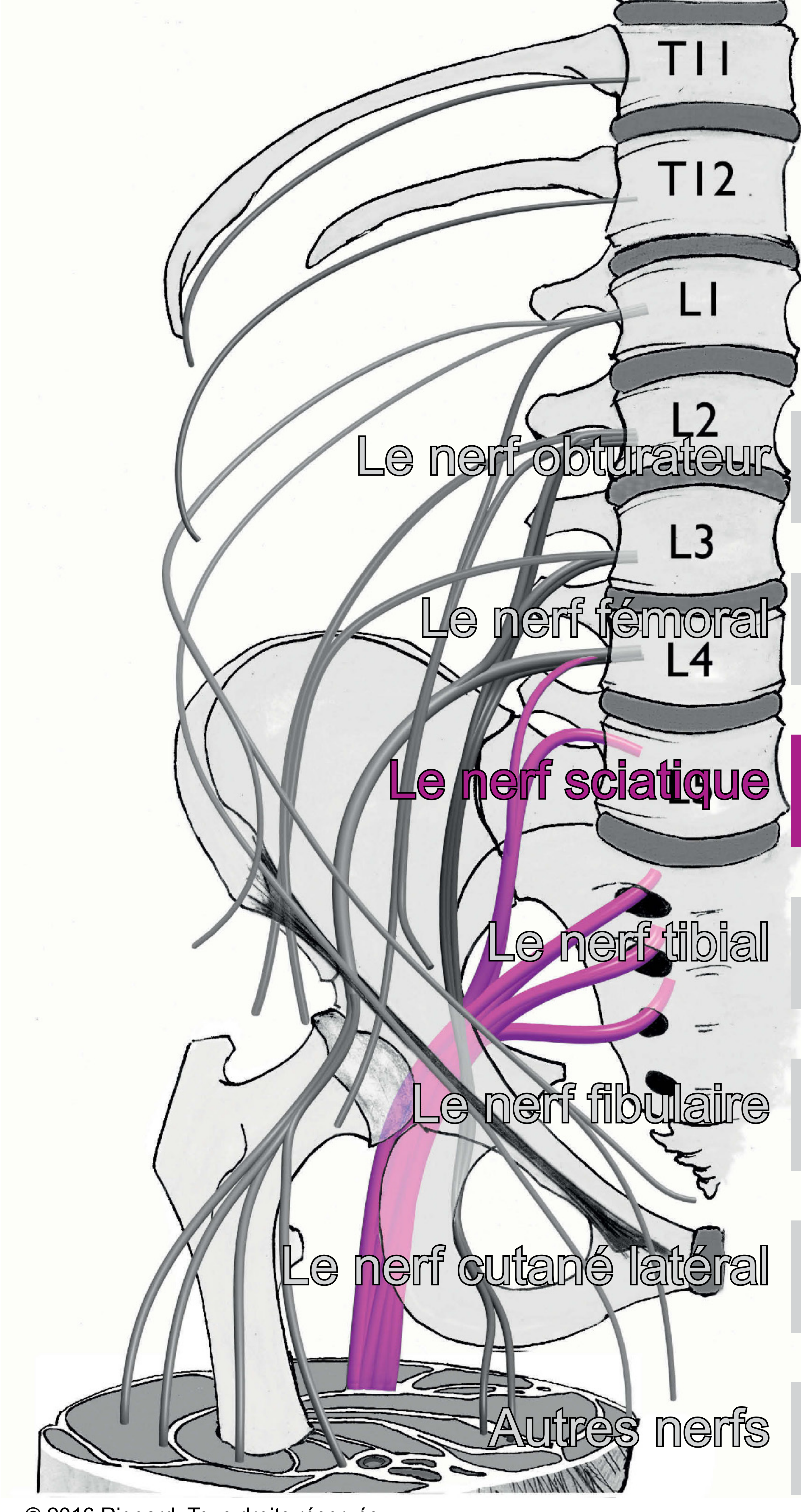


Figure F13. IRM de la cuisse (coupes sagitalles – en haut – et coronale – en bas) réalisée suite à l'apparition d'une névralgie fémorale dans un contexte d'amaigrissement et de tuméfaction évolutive de la cuisse. Découverte d'une tumeur des parties molles au contact des branches du nerf fémoral.

Page blanche


T11
T12
L1
L2
Le nerf obturateur
L3
Le nerf fémoral
L4
Le nerf sciatique
Le nerf tibial
Le nerf fibulaire
Le nerf cutané latéral
Autres nerfs

Sc

Données morphologiques

Le nerf sciatique est un nerf mixte. C'est le nerf le plus volumineux du corps humain. Il a un trajet postérieur, de la racine du membre inférieur, sous la fesse, jusqu'au creux poplité où il se divise en deux branches terminales : le nerf tibial et le nerf fibulaire commun. Le tronc du nerf sciatique innerve les muscles de la loge postérieure de la cuisse.

ORIGINE

Le nerf sciatique est la seule branche terminale du plexus sacré. Il est formé des racines L4, L5, S1, S2 et S3 (Figure Sc1). Il est issu du tronc lombo-sacral, formé par les rameaux antérieurs des racines L4 et L5, et des rameaux antérieurs des trois premières racines sacrées (Figure Sc2). Les racines lombaires s'assemblent en avant de l'articulation sacro-iliaque et du muscle piriforme pour les racines sacrées. On retrouvera l'artère glutéale supérieure entre le tronc lombo-sacral et les racines sacrées. À son origine, le nerf sciatique répond en avant aux vaisseaux iliaques internes et à l'uretère (*cf*. Tome II) (Vidéo 61).

TRAJET

Après la réunion de ses racines, le nerf sciatique sort par la grande échancrure ischiatique, sous le muscle piriforme pour cheminer à la face postérieure de la fesse (Figure Sc3). Puis, il décrit une courbe concave médialement pour descendre verticalement dans la région postérieure de la cuisse, dans son axe médian en haut de la cuisse. Il oblique ensuite médialement plus bas, jusqu'au milieu du creux poplité, où il se divise en ses branches terminales (Figure Sc2).
Il émerge à la fesse, sous la face profonde du muscle piriforme, au-dessus du muscle jumeau supérieur. Il est accompagné du nerf cutané postérieur de la cuisse et du nerf glutéal postérieur en arrière, du nerf rectal inférieur, du muscle obturateur interne ainsi que du pédicule pudendal interne médialement. Il répond alors médialement (Figure Sc4) à l'artère glutéale inférieure. Celle-ci donne une branche collatérale qui suivra le nerf sciatique et l'artère satellite du nerf sciatique.
Le tronc sciatique chemine alors entre le grand trochanter en dehors et la tubérosité ischiatique en dedans (Figure Sc4).

Le point de repère pour aborder le nerf à la cuisse passe par une ligne verticale que l'on construit en prenant la mi-distance entre la tubérosité de l'ischion et le grand trochanter en haut et le sommet du losange de la fosse poplitée en bas.

Il est recouvert à la fesse par le muscle glutéal supérieur. Dans cette région, le nerf chemine derrière le muscle grand adducteur. Il passe ensuite entre les deux chefs du muscle biceps fémoral avec, en avant, le court chef et en arrière le long (Figure Sc5). Il répond ensuite latéralement aux deux chefs de ce muscle (qui le croisent) et médialement aux muscles semi-tendineux et semi-membraneux. L'artère du nerf sciatique suit le nerf dans son trajet à la cuisse, en se plaçant à sa face postérieure.
Il passe enfin au-dessus de la réunion des muscles gastrocnémiens, dans l'axe médian du creux poplité, où il donne ses branches terminales (Figure Sc5). Dans sa portion terminale, le nerf sciatique est accompagné de l'artère fémorale qui se divise en général quelques centimètres au-dessus de la division du nerf (Vidéo 62).

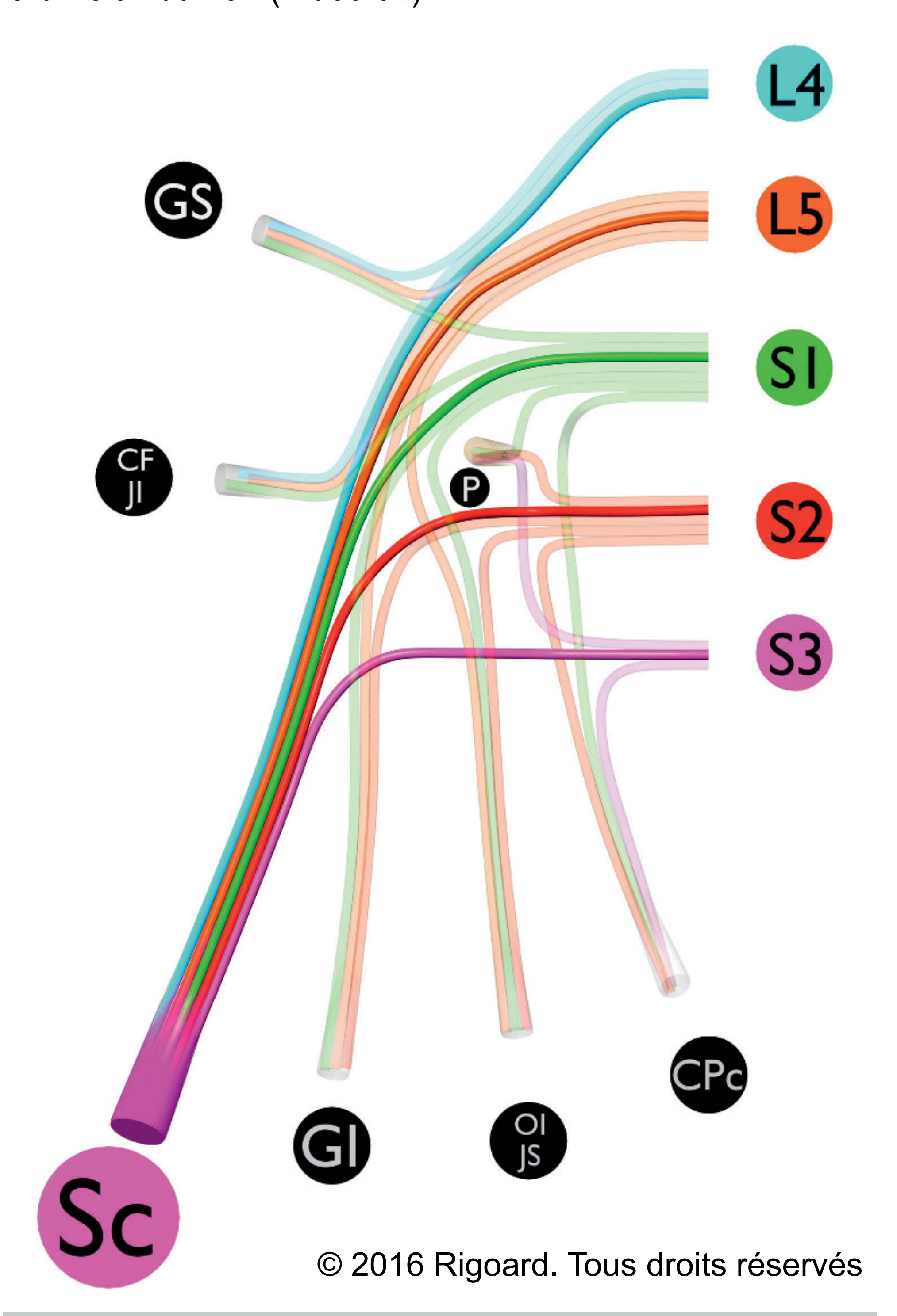


Figure Sc1. Origine du nerf sciatique (P : nerf du piriforme ; GS : nerf glutéal supérieur ; GI : nerf glutéal inférieur ; OI/JS : nerf de l'obstructeur interne et du jumeau supérieur ; CF/JI : nerf du carré fémoral et du jumeau inférieur ; CLc : nerf cutané latéral de la cuisse)

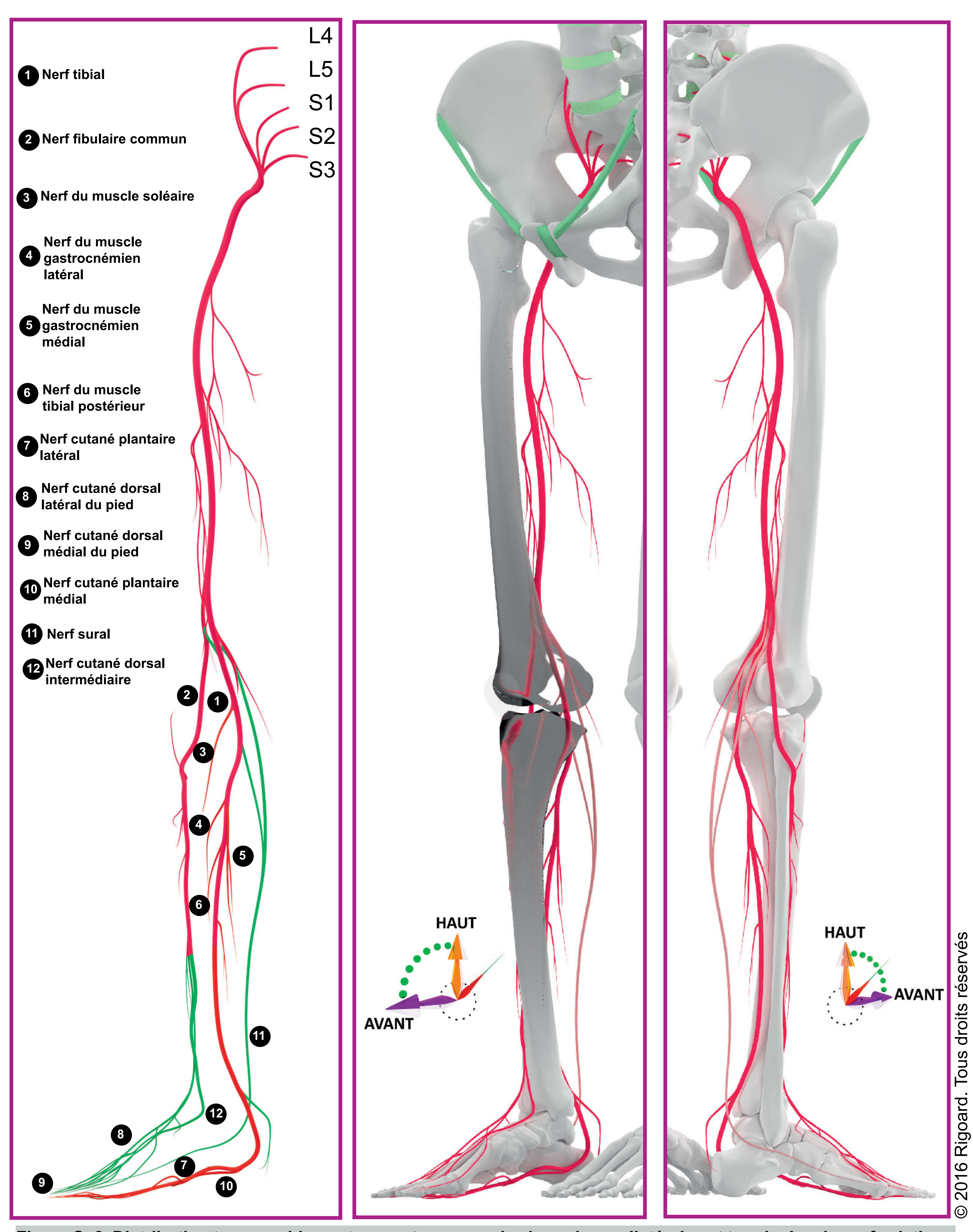


Figure Sc2. Distribution topographique et rapports osseux des branches collatérales et terminales du nerf sciatique

Données morphologiques à la fesse

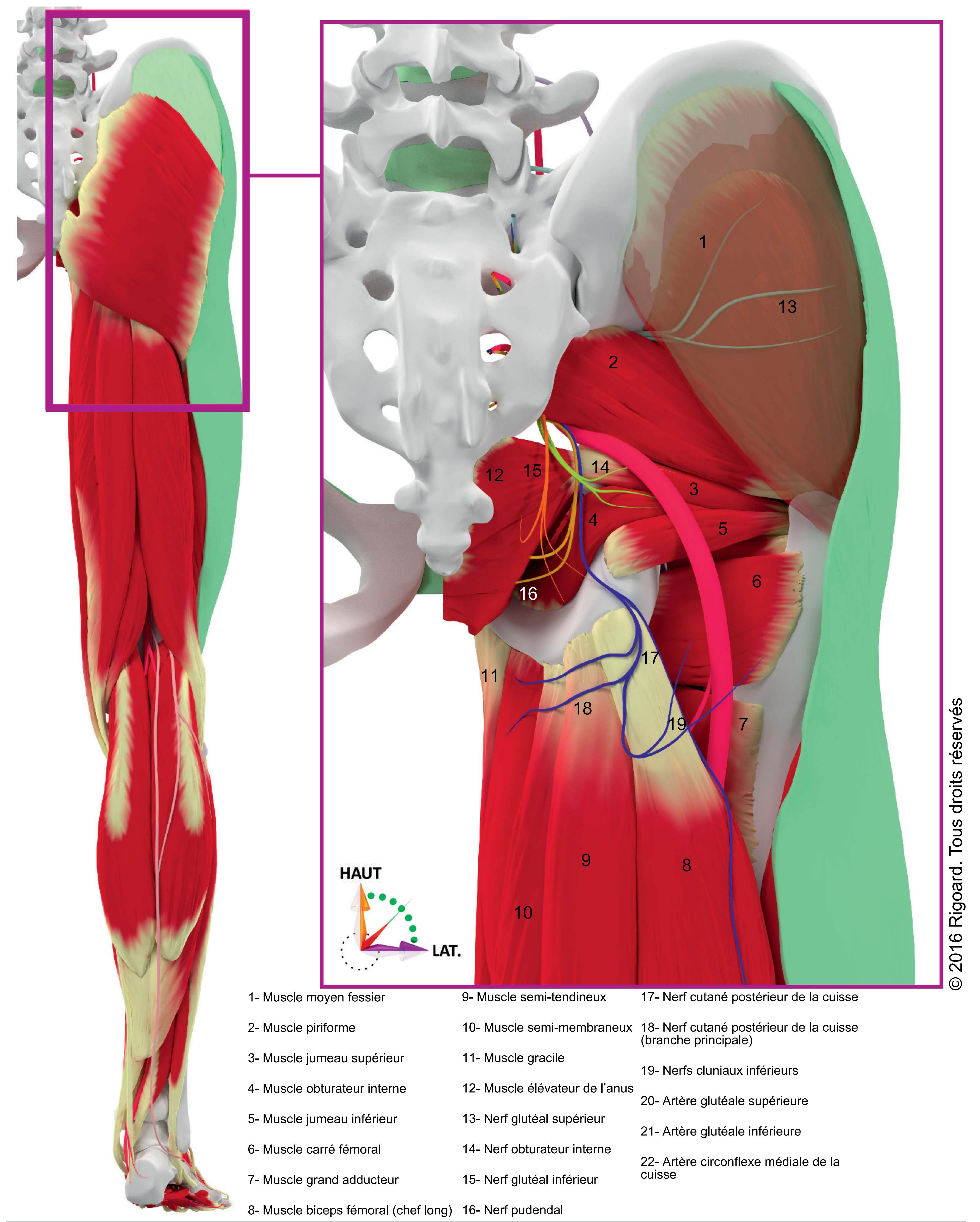


Figure Sc3. Rapports musculaires du nerf sciatique et de ses branches collatérales à la fesse

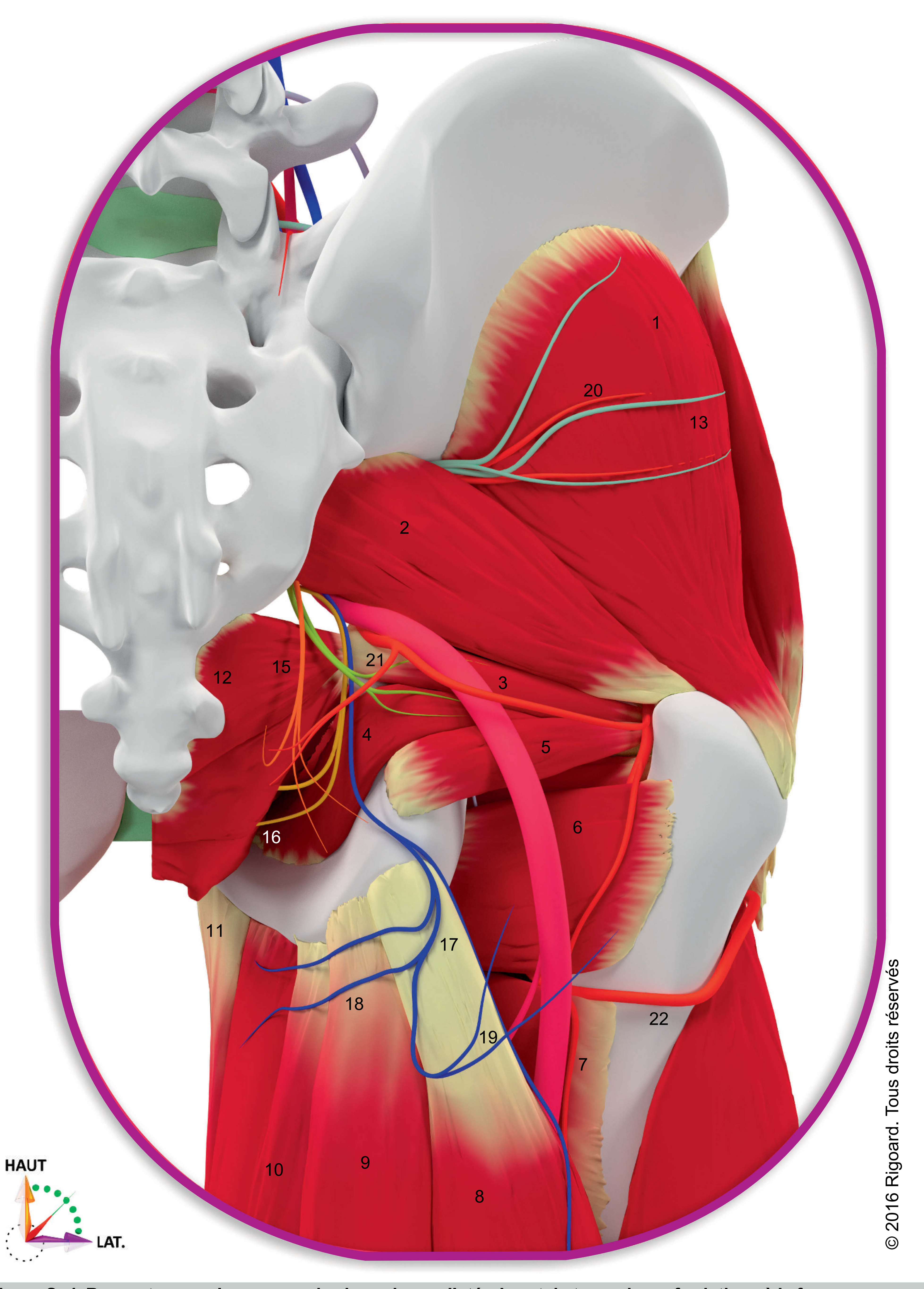
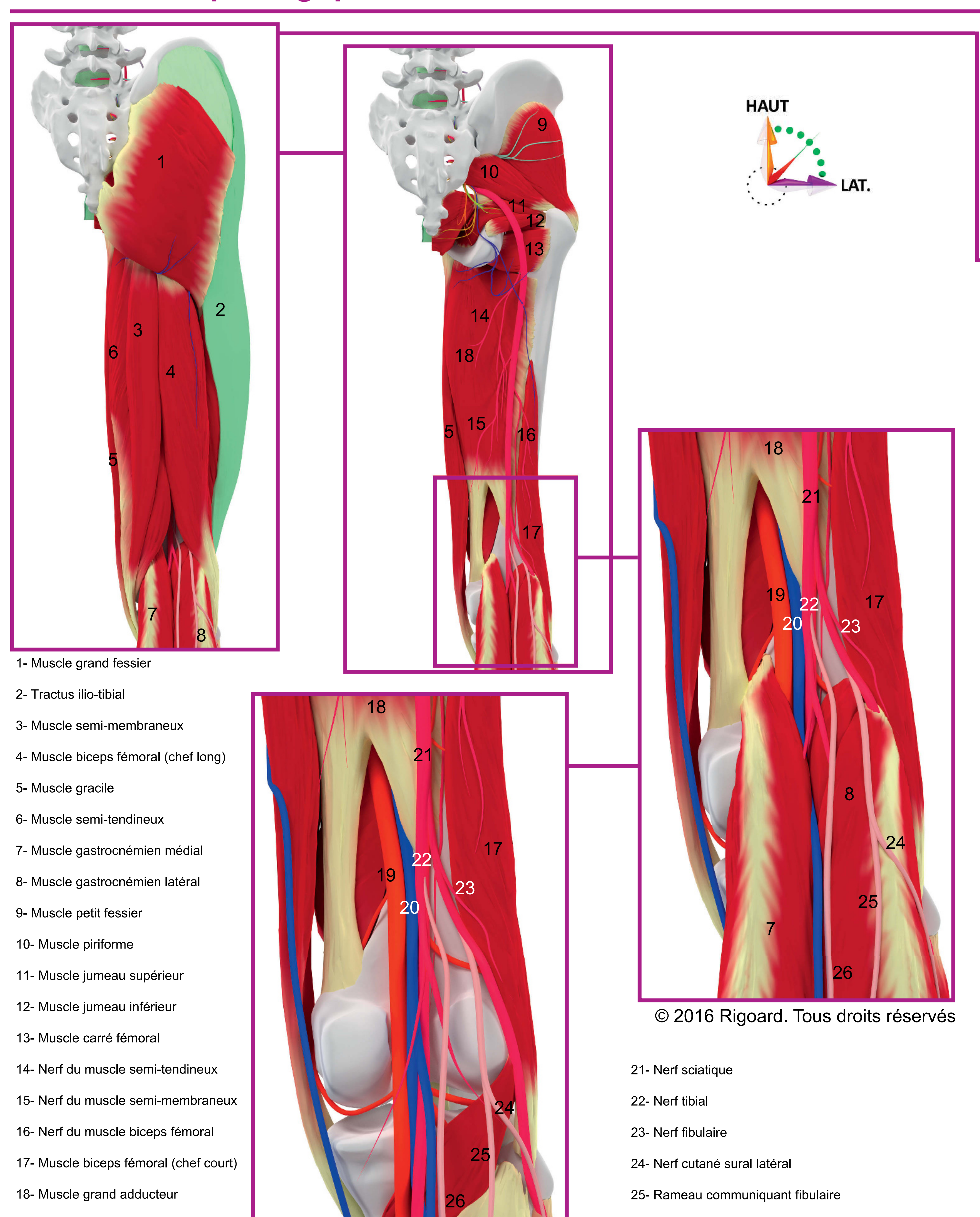


Figure Sc4. Rapports vasculo-nerveux des branches collatérales et du tronc du nerf sciatique à la fesse

Données morphologiques à la cuisse



1- Muscle grand fessier
2- Tractus ilio-tibial
3- Muscle semi-membraneux
4- Muscle biceps fémoral (chef long)
5- Muscle gracile
6- Muscle semi-tendineux
7- Muscle gastrocnémien médial
8- Muscle gastrocnémien latéral
9- Muscle petit fessier
10- Muscle piriforme
11- Muscle jumeau supérieur
12- Muscle jumeau inférieur
13- Muscle carré fémoral
14- Nerf du muscle semi-tendineux
15- Nerf du muscle semi-membraneux
16- Nerf du muscle biceps fémoral
17- Muscle biceps fémoral (chef court)
18- Muscle grand adducteur
19- Artère poplitée
20- Veine poplitée
21- Nerf sciatique
22- Nerf tibial
23- Nerf fibulaire
24- Nerf cutané sural latéral
25- Rameau communiquant fibulaire
26- Nerf cutané sural médial

Figure Sc5. Rapports musculaires du nerf sciatique à la cuisse et au creux poplité

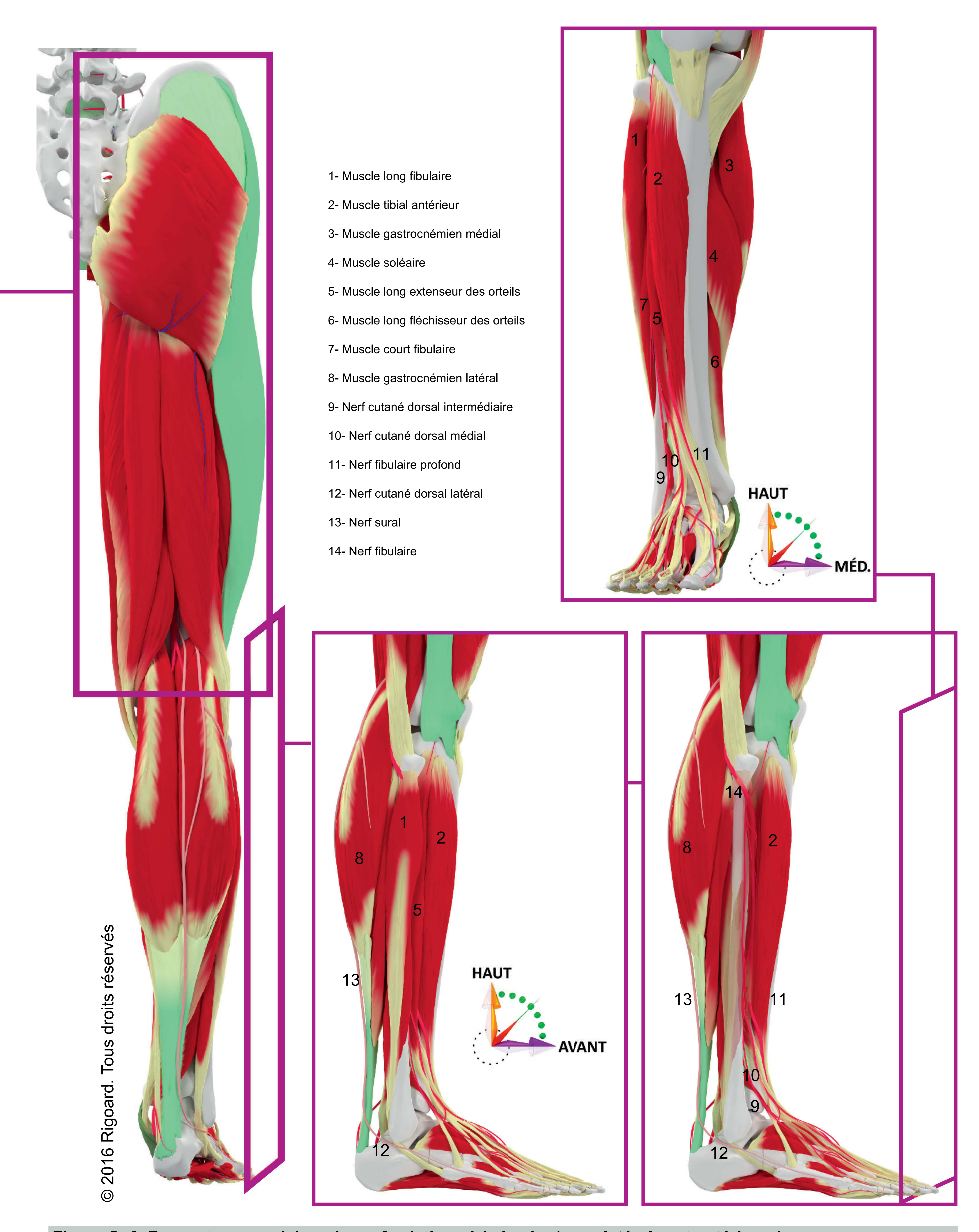


Figure Sc6. Rapports musculaires du nerf sciatique à la jambe (vues latérales et antérieure)

Données morphologiques - Synthèse

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

À son origine, le nerf sciatique répond en avant à l'artère iliaque interne.
À la fesse, le nerf sciatique répond (Figures Sc3, Sc4) :
- en haut, à l'artère et aux nerfs glutéaux supérieurs, par l'intermédiaire du muscle piriforme ;
- médialement à l'artère glutéale inférieure (ancienne artère ischiatique), qui croise ensuite le nerf sciatique en arrière.
À la cuisse, le nerf sciatique est accompagné de l'artère satellite du nerf sciatique, branche de l'artère glutéale inférieure (Figure Sc5).
À sa terminaison, le nerf répond à l'artère poplitée médialement, laquelle passe sous le hiatus de l'adducteur (Figure Sc5) (Vidéo 63).

BRANCHES COLLATÉRALES

Il décoche notamment de nombreuses branches motrices pour les muscles de la loge postérieure de la cuisse (Figure Sc5) :
- les nerfs supérieur et inférieur du muscle semi-tendineux ;
- le nerf du muscle semi-membraneux, qui le pénètre à sa face latérale ;
- le nerf du muscle grand adducteur ;
- une branche pour chaque chef du muscle biceps fémoral, et, enfin, un nerf articulaire destiné à la face postérieure de l'articulation du genou (Vidéo 64).

BRANCHES TERMINALES

Au creux poplité, le nerf sciatique se divise en ses deux branches terminales, le nerf tibial médialement et le nerf fibulaire commun latéralement (Figure Sc2) (Vidéo 65).

FONCTION MOTRICE

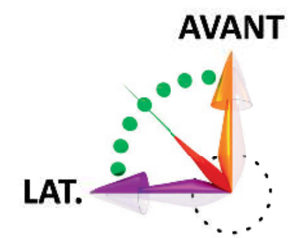
Le nerf sciatique innerve les muscles de la loge postérieure de la cuisse : les muscles biceps fémoral, semi-tendineux, semi-membraneux et grand adducteur (Figures Sc7, Sc8).
Il assure ainsi la flexion de la jambe sur la cuisse et l'extension de la cuisse sur la fesse.
Par ses branches terminales, il assure l'essentiel des mouvements de propulsion, stabilisation, dorsi-flexion et inclinaisons du pied (Vidéo 66).

FONCTION SENSITIVE

Le nerf sciatique n'a pas de territoire sensitif propre. Ses branches terminales assurent l'innervation cutanée du pied et de la partie latérale de la jambe (Figure Sc8). Ainsi, la crête tibiale représente une limite entre ces territoires cutanés et celui du nerf saphène, dans la partie médiale de la jambe (Vidéo 67).

ANASTOMOSES

Le nerf sciatique s'anastomose dans sa portion proximale avec le nerf cutané postérieur de la cuisse, dès le début de son trajet extra-pelvien.



1- Muscle biceps fémoral (chef court)

2- Muscle biceps fémoral (chef long)

3- Muscle semi-tendineux

4- Muscle semi-membraneux

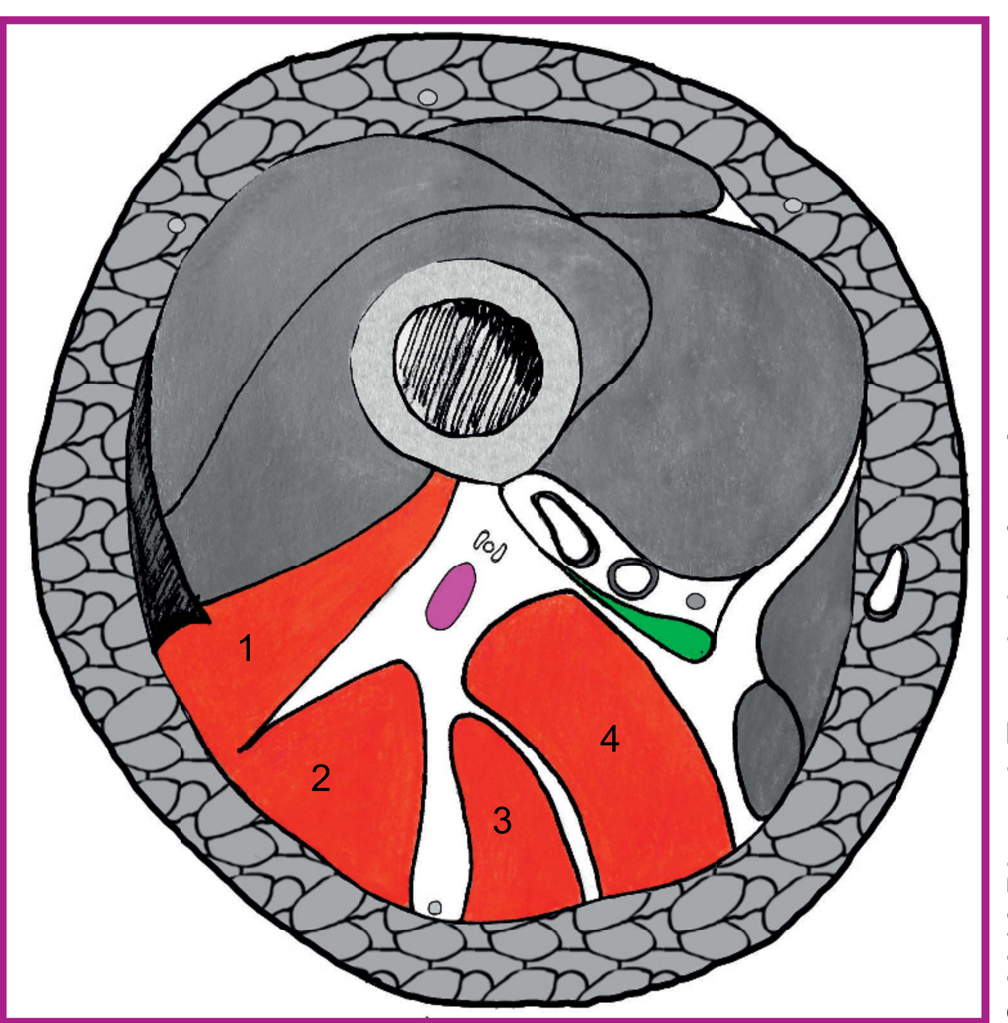


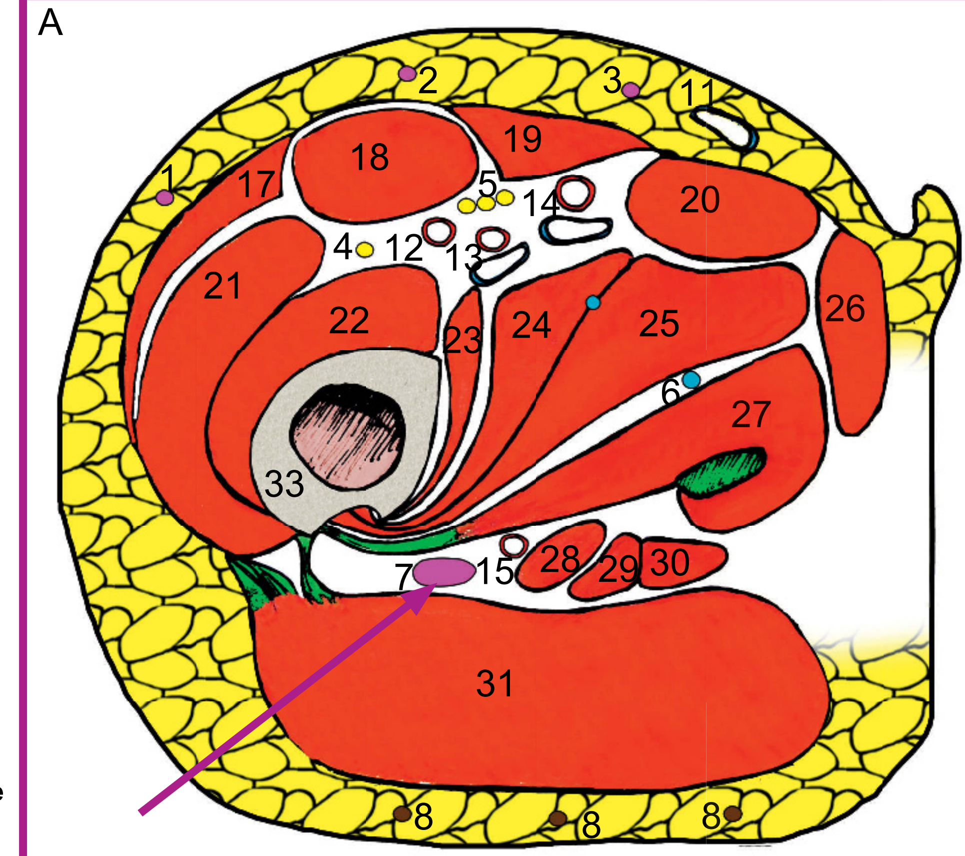
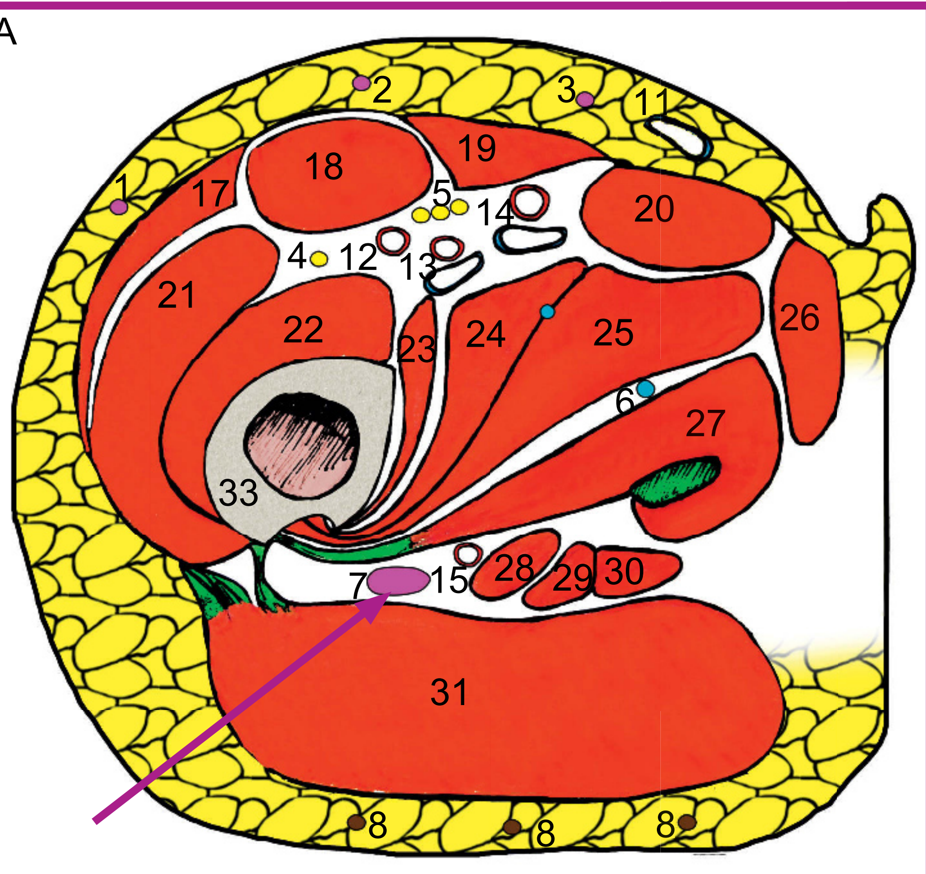
Figure Sc7. Innervation motrice du nerf sciatique

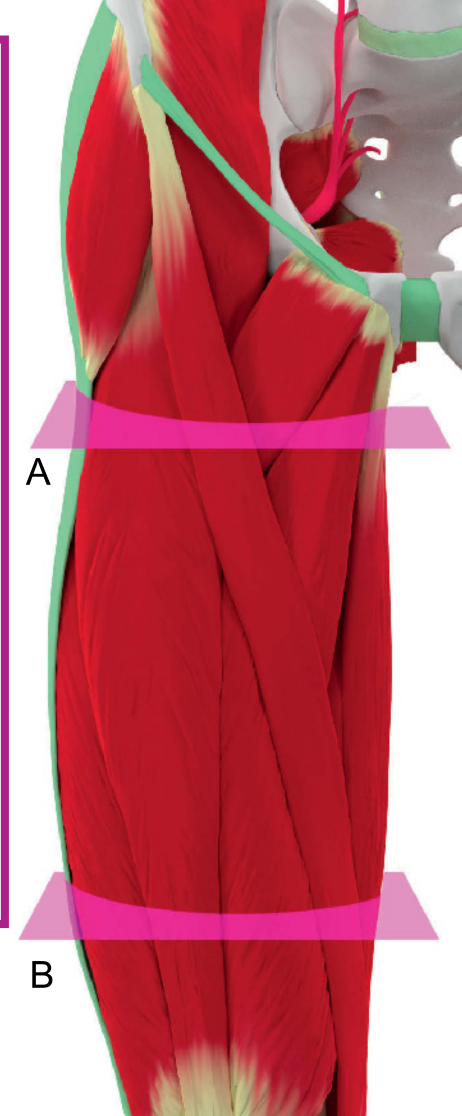


Figure Sc8. Innervation motrice et sensitive du nerf sciatique

Données morphologiques - Coupes

1- Nerf cutané latéral de la cuisse
2- Nerf cutané antérieur de la cuisse
3- Nerf cutané médial de la cuisse
4- Nerf du muscle quadriceps
5- Branches terminales du nerf fémoral
6- Branche du nerf obturateur
7- Nerf sciatique
8- Nerfs cluniaux inférieurs
9- Nerf saphène
10- Nerf cutané postérieur de la cuisse
11- Grande veine saphène
12- Artère du muscle quadriceps
13- Artère et veine profondes de la cuisse
14- Artère et veine fémorales
15- Artère glutéale inférieure
16- Branche profonde de l'artère profonde de la cuisse
17- Muscle tenseur du *fascia lata*
18- Muscle droit fémoral
19- Muscle sartorius
20- Muscle long adducteur
21- Muscle vaste latéral
22- Muscle vaste intermédiaire
23- Muscle vaste médial
24- Muscle pectiné
25- Muscle court adducteur
26- Muscle gracile
27- Muscle grand adducteur
28- Muscle semi-membraneux
29- Chef long du muscle biceps fémoral
30- Muscle semi-tendineux
31- Muscle grand fessier
32- Chef court du muscle biceps fémoral
33- Fémur
34- Nerf obturateur (branche articulaire du genou)
35- Nerf obturateur (rameau cutané)



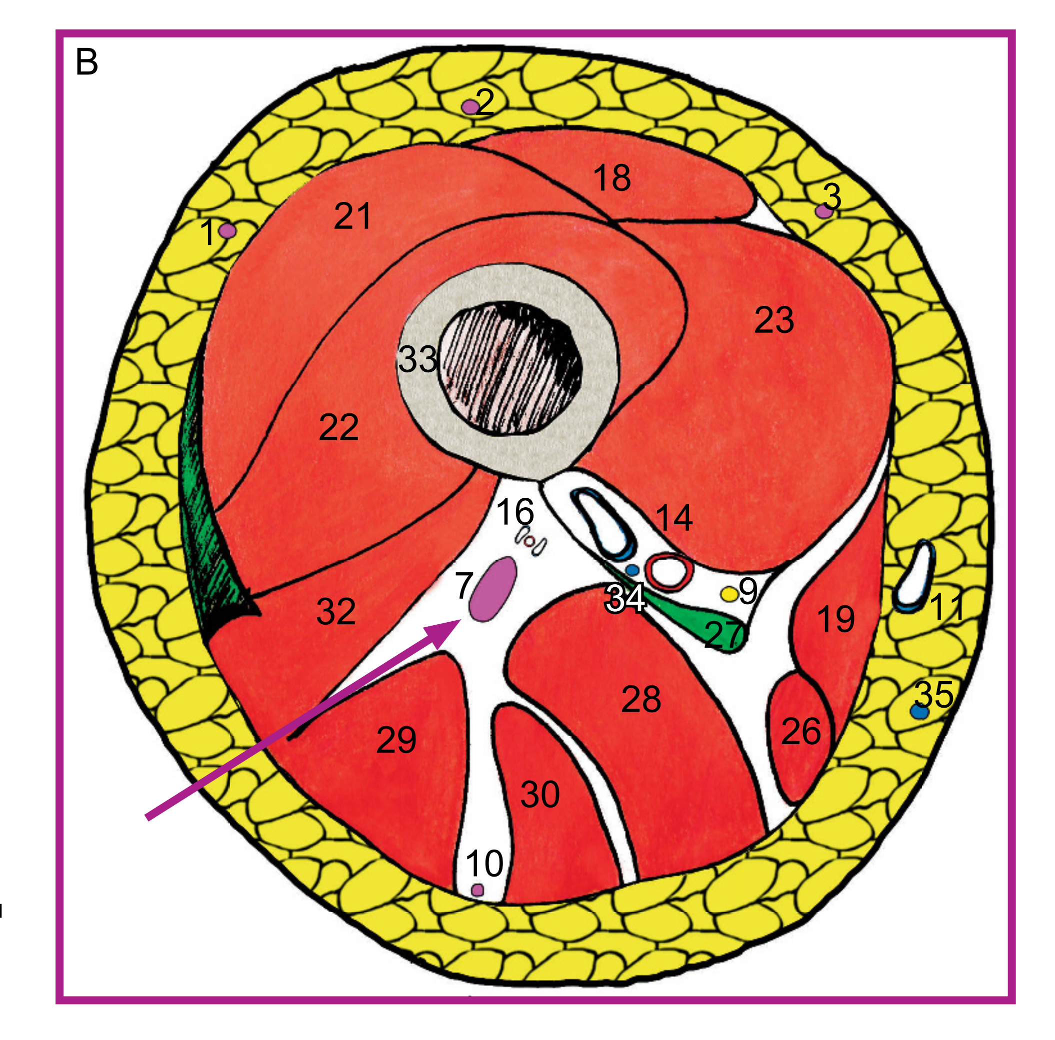
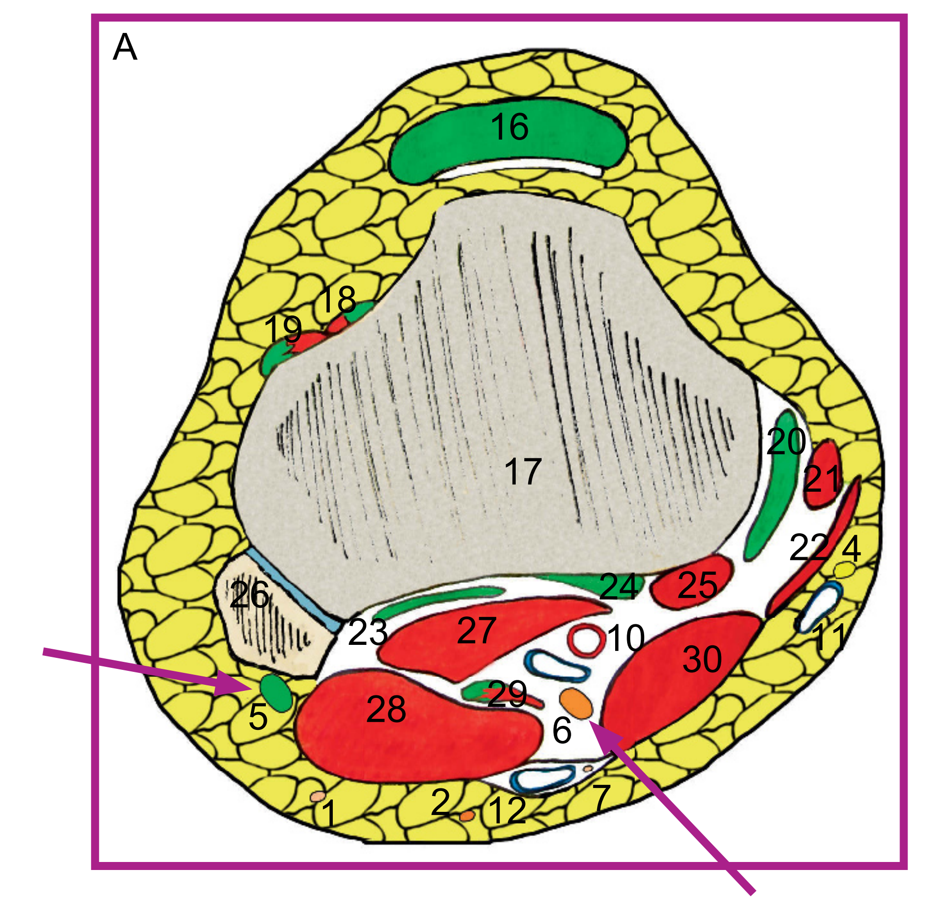
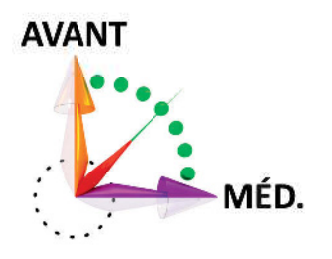
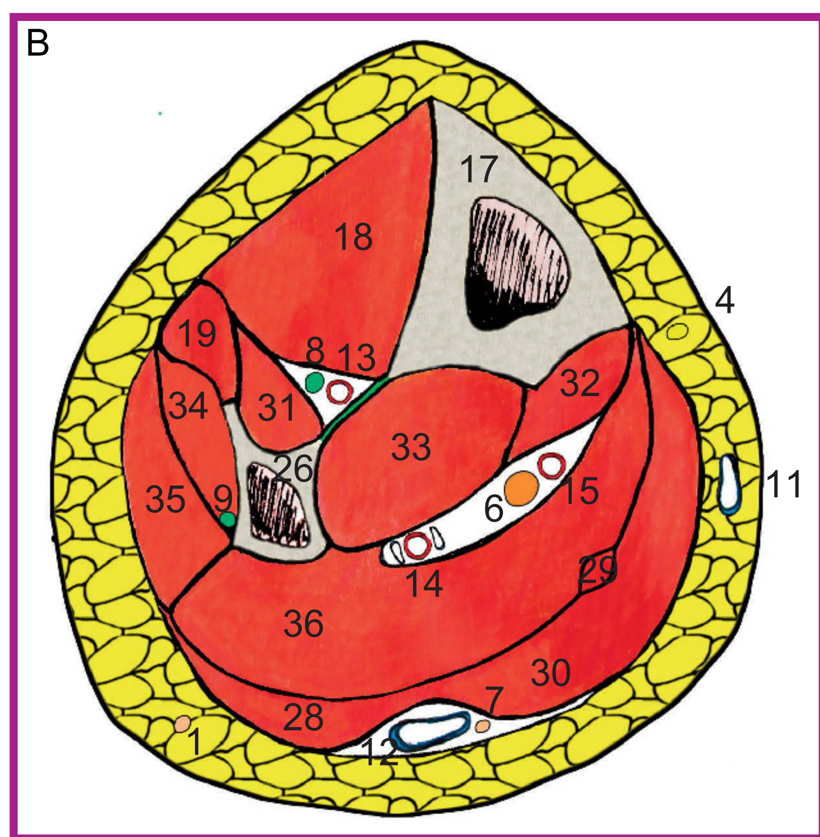


Figure Sc9. Rapports du nerf sciatique à la cuisse, en coupes axiales

1- Nerf cutané sural latéral
2- Rameau communicant fibulaire
3- Nerf cutané sural médial
4- Nerf saphène
5- Nerf fibulaire
6- Nerf tibial
7- Nerf sural
8- Nerf fibulaire profond
9- Nerf fibulaire superficiel
10- Artère et veine poplitées
11- Grande veine saphène
12- Petite veine saphène
13- Artère tibiale antérieure
14- Artère et veine fibulaires
15- Artère tibiale postérieure
16- Ligament patellaire du muscle quadriceps
17- Tibia
18- Muscle tibial antérieur
19- Muscle long extenseur des orteils
20- Ligament collatéral tibial
21- Muscle gracile
22- Muscle sartorius
23- Bourse séreuse
24- Ligament croisé postérieur
25- Muscle semi-membraneux
26- Fibula
27- Muscle poplité
28- Chef latéral du muscle gastrocnémien
29- Muscle plantaire
30- Chef médial du muscle gastrocnémien
31- Muscle long extenseur de l'hallux
32- Muscle long fléchisseur des orteils
33- Muscle tibial postérieur
34- Muscle court fibulaire
35- Muscle long fibulaire
36- Muscle soléaire
37- Muscle long fléchisseur de l'hallux
38- Tendon calcanéen
39- Muscle triceps sural









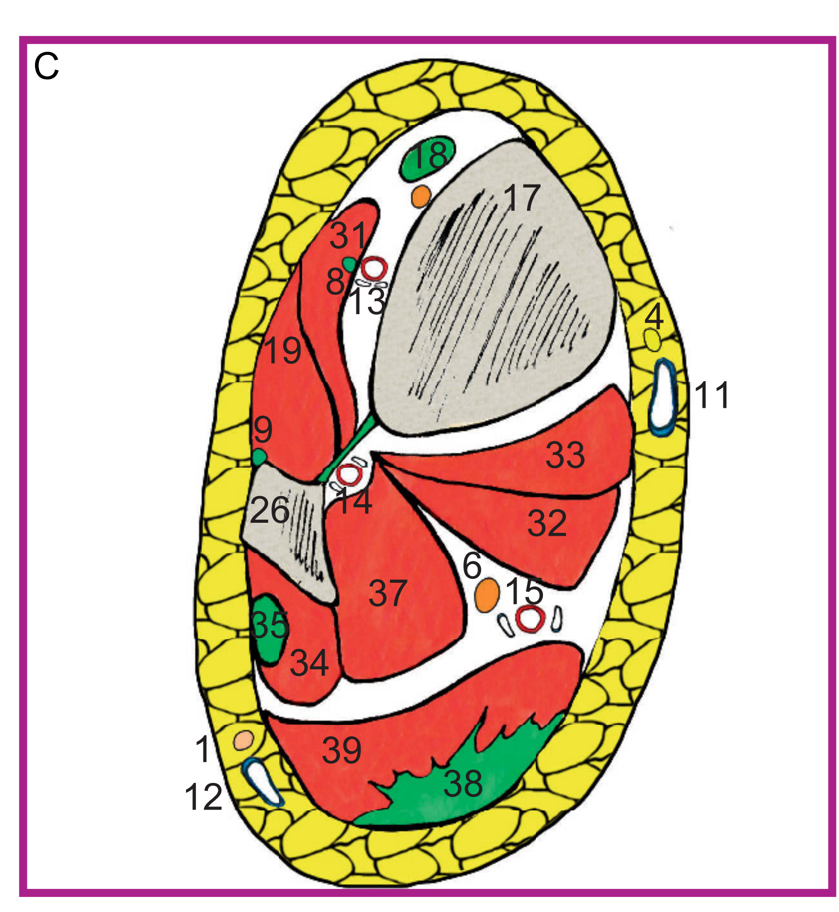
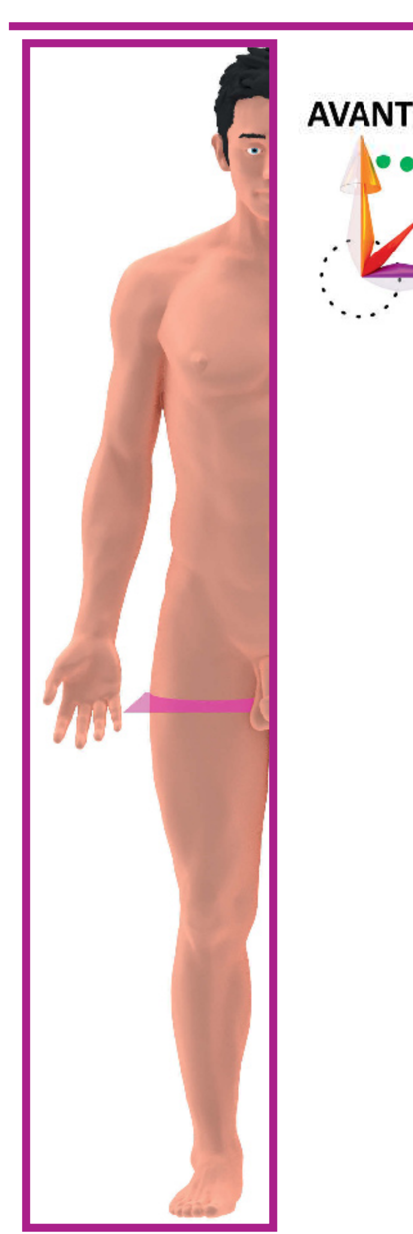
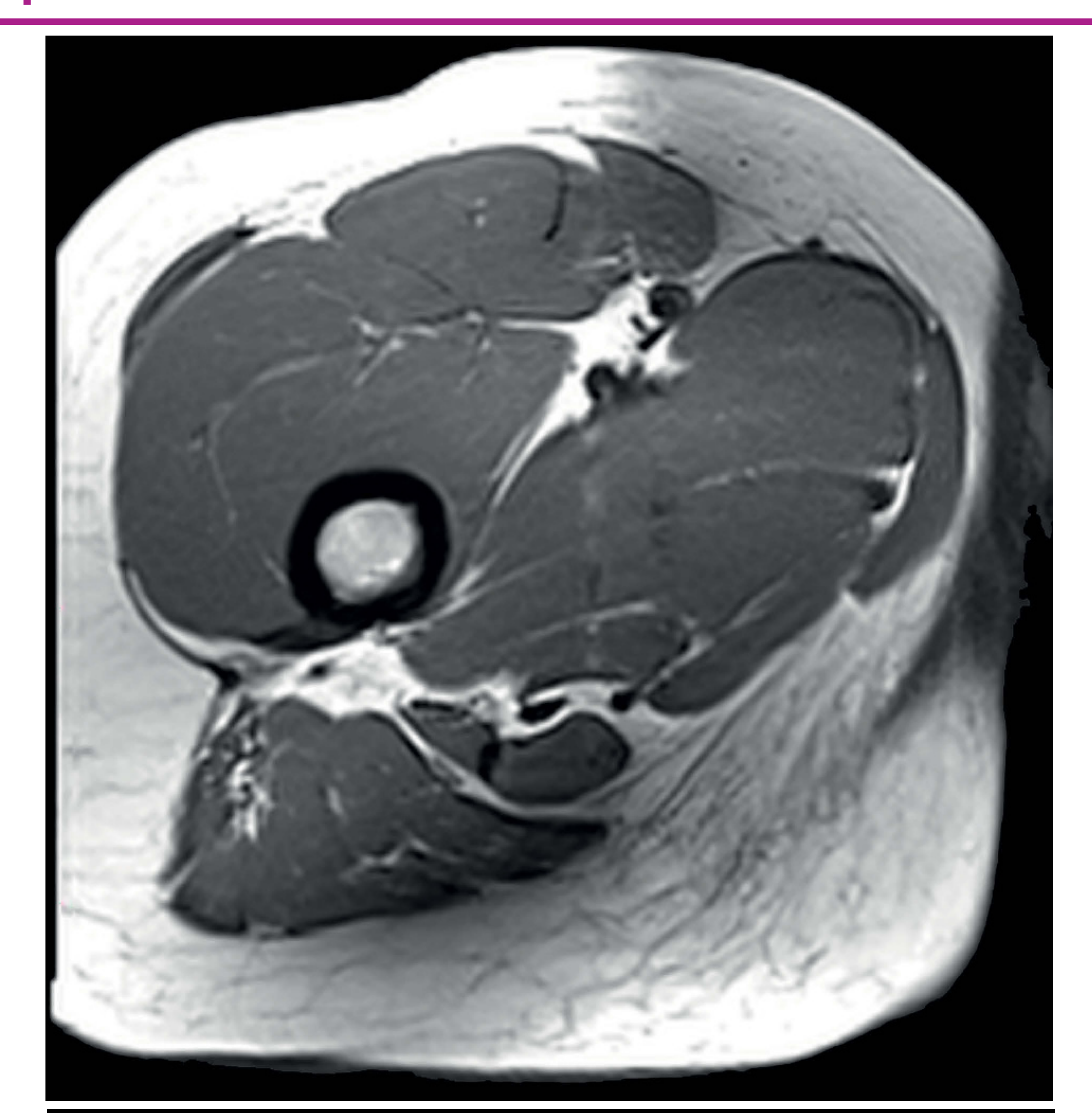
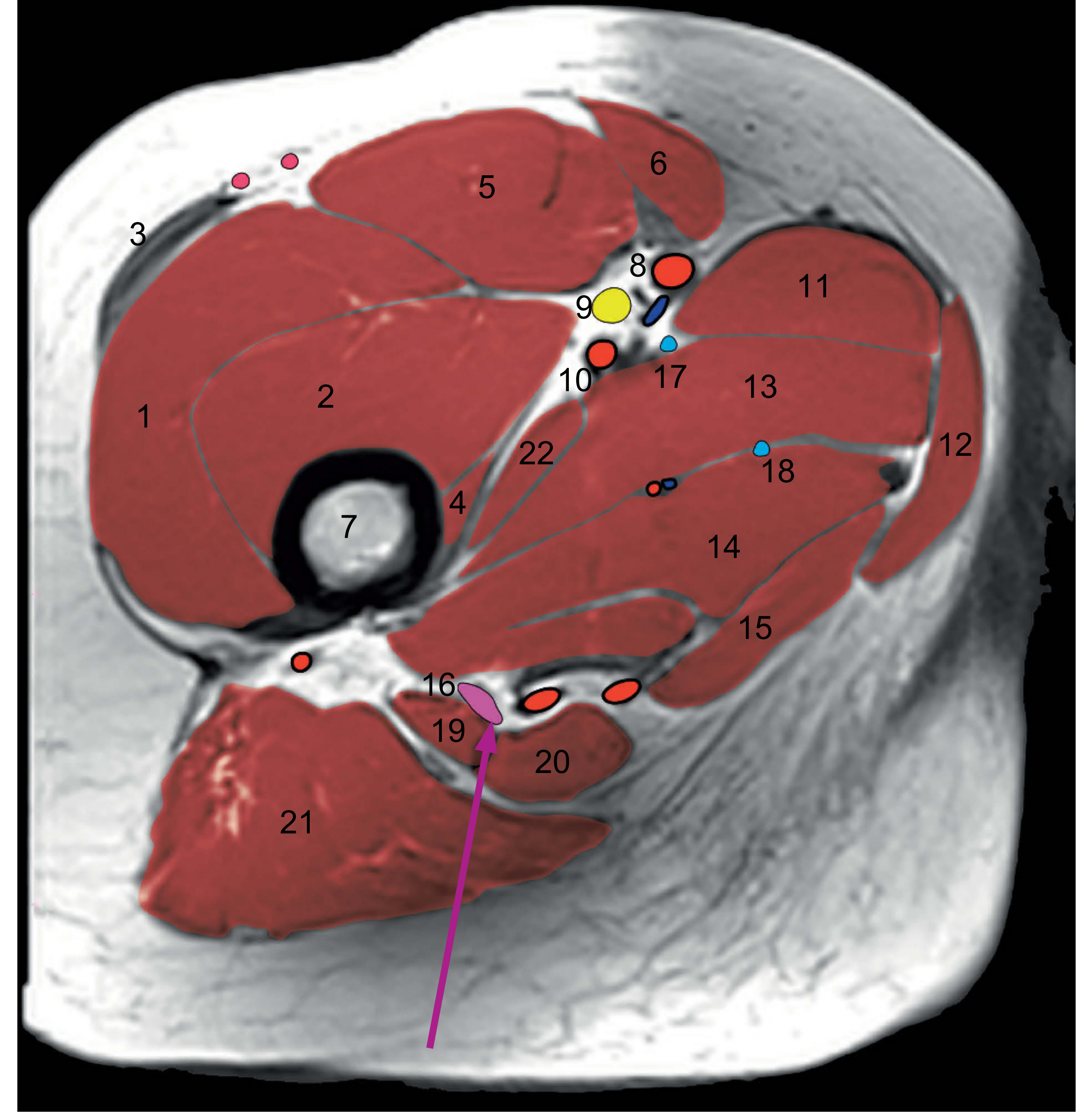


Figure Sc10. Rapports du nerf sciatique à la jambe, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM



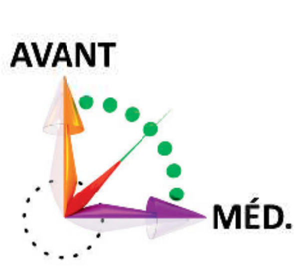


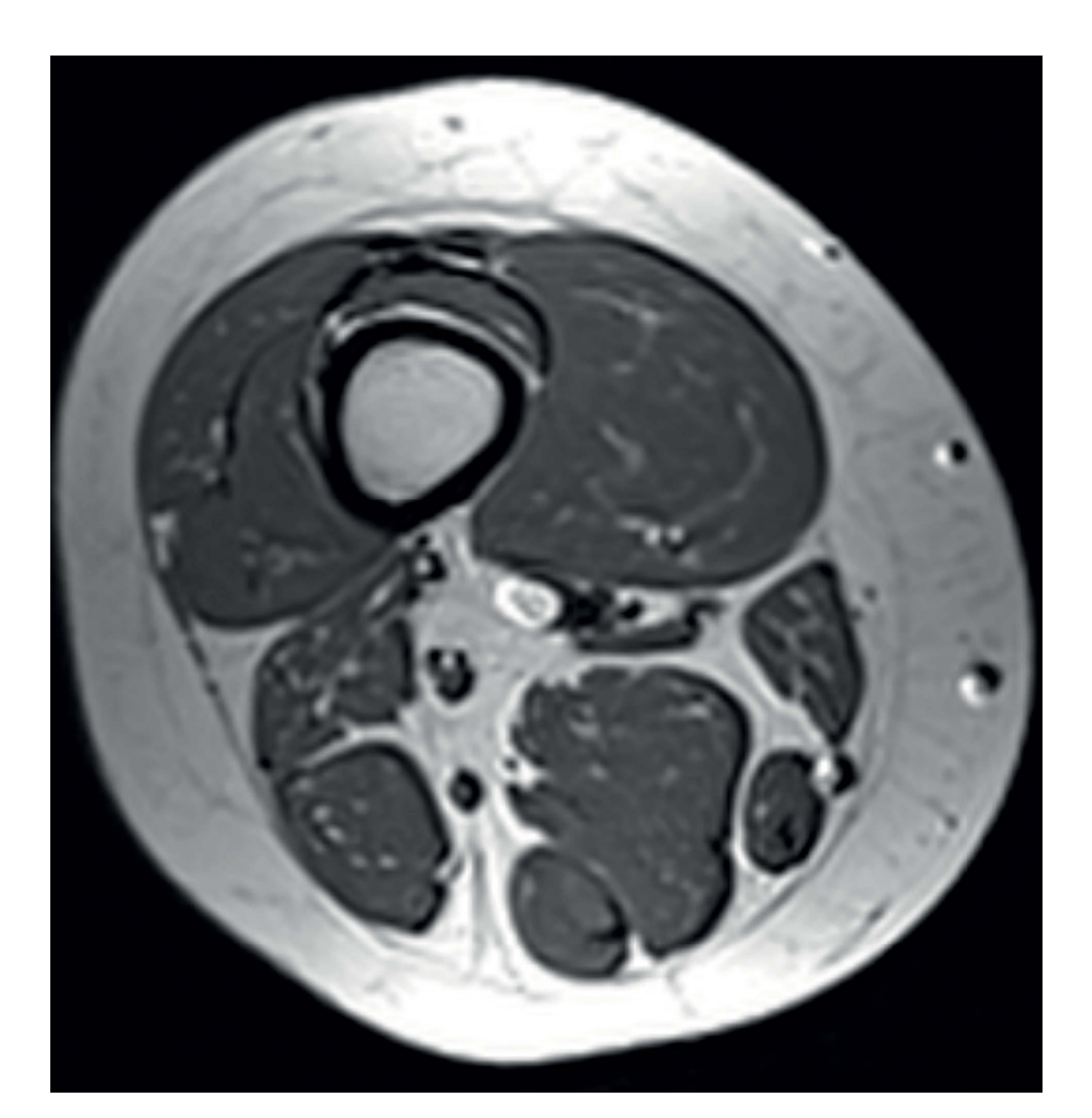


1- Muscle vaste latéral
2- Muscle vaste intermédiaire
3- Muscle tenseur du *fascia lata*
4- Muscle vaste médial
5- Muscle droit fémoral
6- Muscle sartorius
7- Fémur
8- Artère et veine fémorales
9- Nerf fémoral
10- Artère et veine profondes de la cuisse
11- Muscle long adducteur
12- Muscle gracile
13- Muscle court adducteur
14- Muscle grand adducteur
15- Muscle semi-membraneux
16- Nerf sciatique
17- Branche antérieure du nerf obturateur
18- Branche postérieure du nerf obturateur
19- Tendon du muscle biceps fémoral
20- Tendon du muscle semi-tendineux
21- Muscle grand fessier
22- Muscle pectiné
23- Nerf cutané latéral de la cuisse

Figure Sc11. Coupes IRM au tiers proximal de la cuisse passant par le nerf sciatique et ses branches terminales







1- Muscle vaste latéral

2- Muscle vaste intermédiaire

3- Muscle droit fémoral

4- Muscle vaste médial

5- Fémur

6- Chef court du muscle biceps fémoral

7- Nerf saphène

8- Artère et veine fémorales

9- Artère et veine perforantes de l'artère et de la veine profondes de la cuisse

10- Nerf fibulaire commun

11- Nerf tibial

12- Nerf cutané postérieur de la cuisse

13- Chef long du muscle biceps fémoral

14- Muscle grand adducteur

15- Muscle sartorius

16- Muscle gracile

17- Muscle semi-membraneux

18- Muscle semi-tendineux

19- Grande veine saphène

20- Nerf obturateur (branche articulaire du genou)

21- Nerf obturateur (rameau cutané)

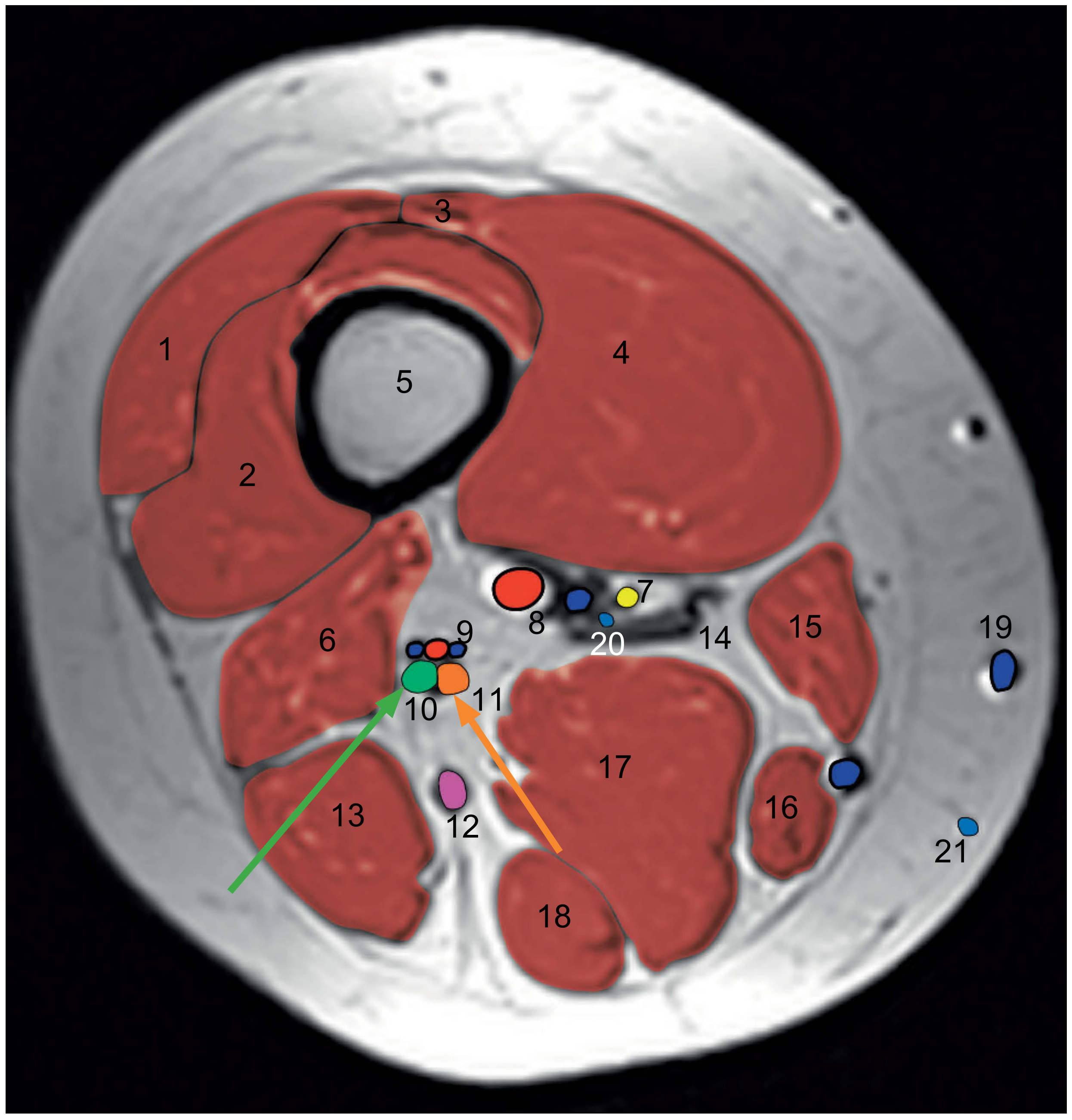
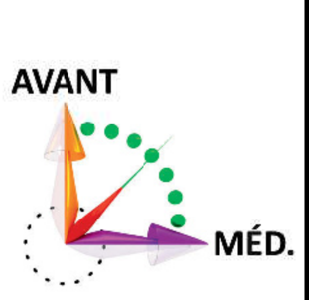
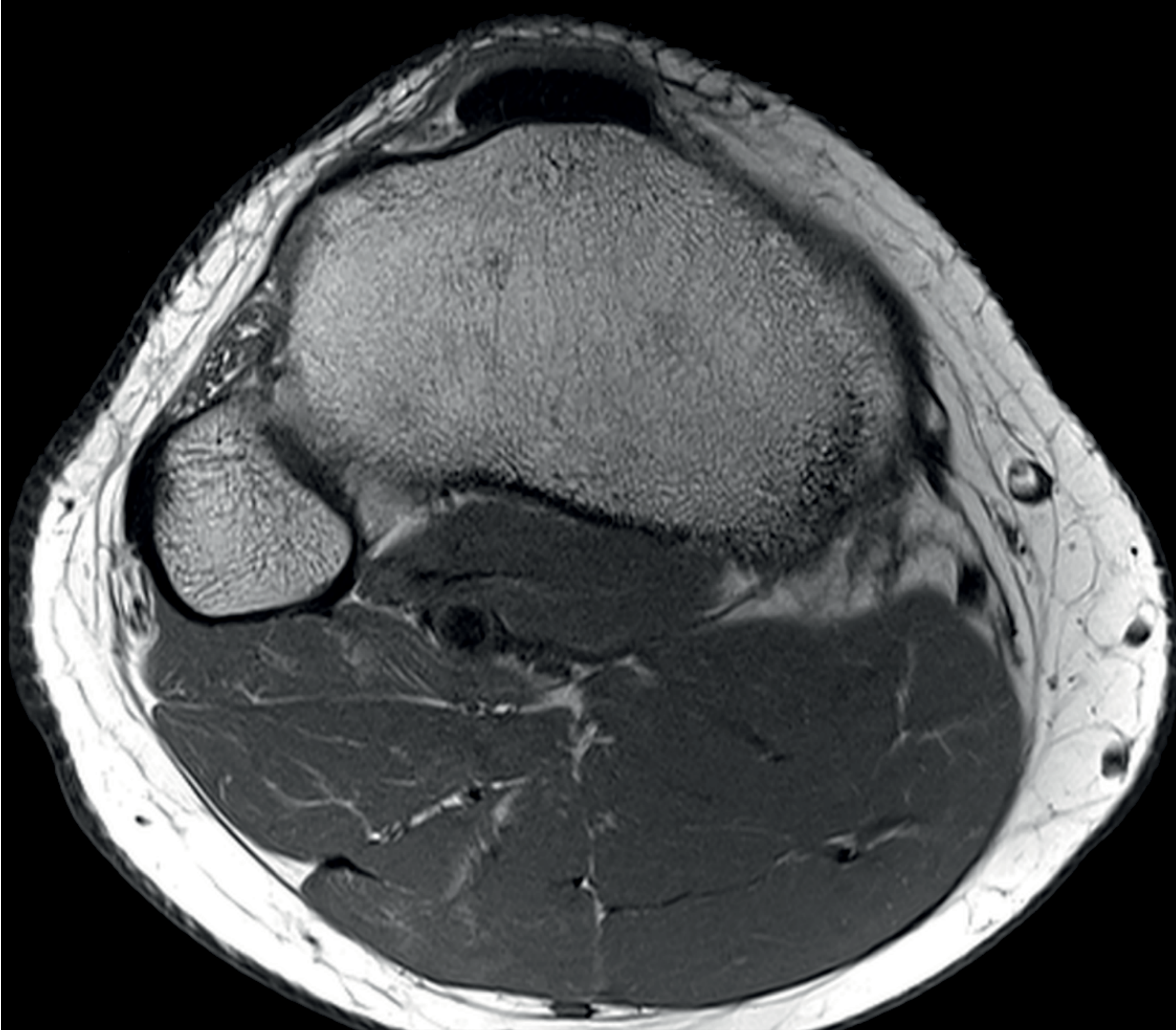
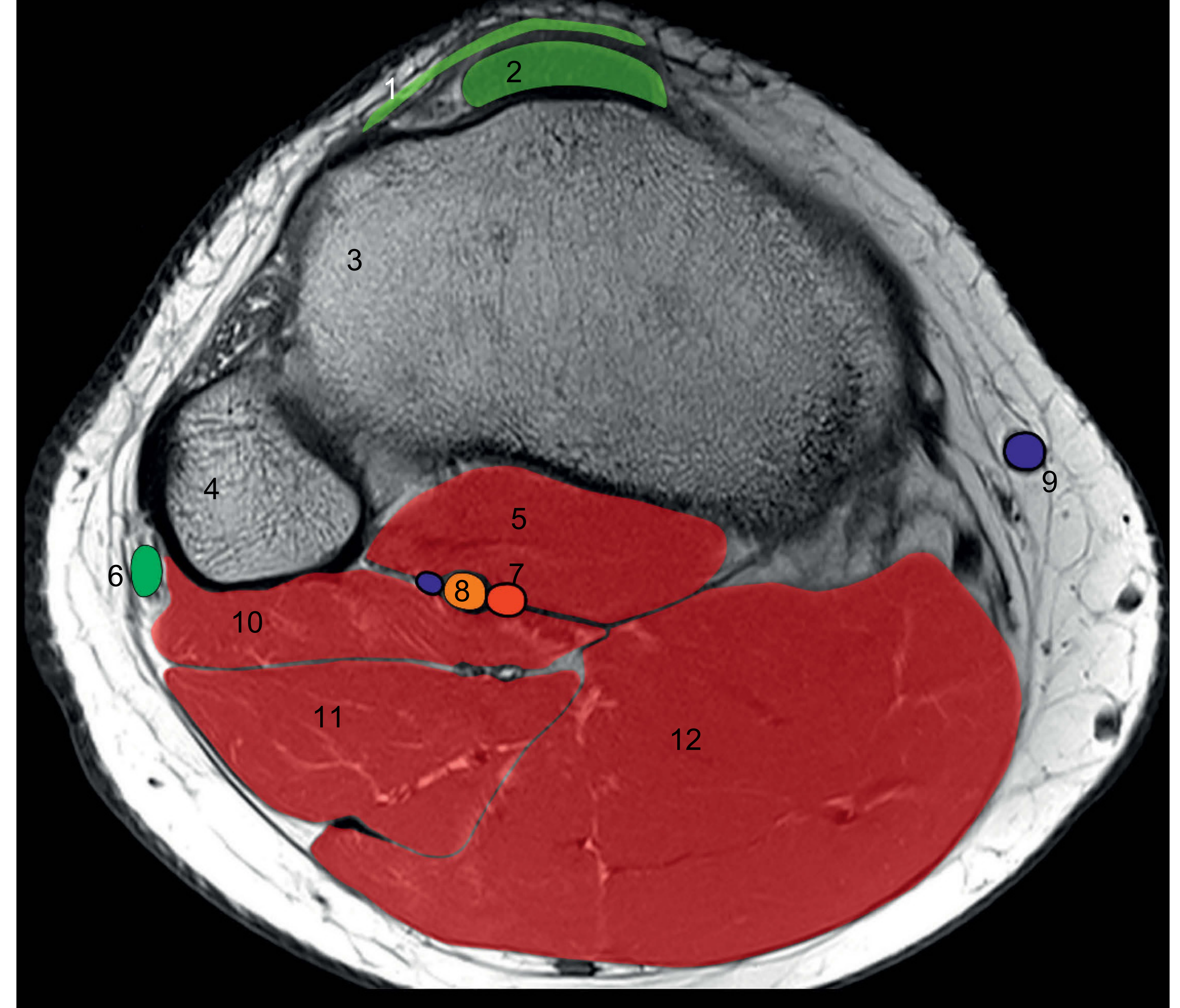


Figure Sc12. Coupes IRM au tiers distal de la cuisse passant par le nerf sciatique et ses branches terminales









1- Ligament patellaire

2- Bourse synoviale infra-patellaire

3- Tibia

4- Fibula

5- Muscle poplité

6- Nerf fibulaire commun

7- Artère et veine tibiales postérieures

8- Nerf tibial

9- Grande veine saphène

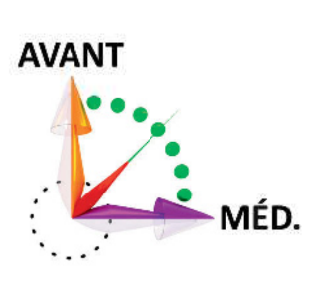
10- Muscle soléaire

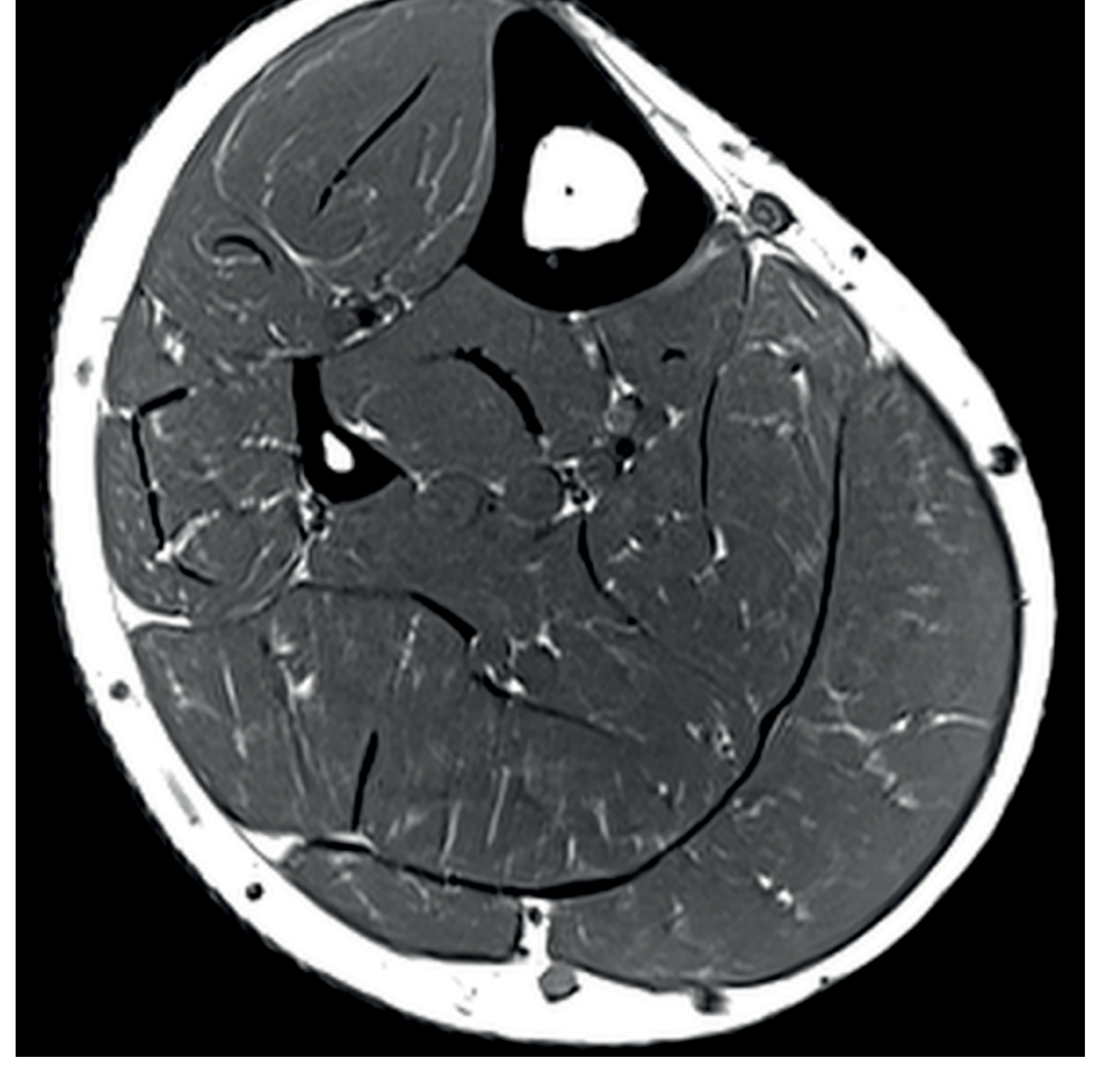
11- Muscle gastrocnémien latéral

12- Muscle gastrocnémien médial

Figure Sc13. Coupes IRM au tiers proximal de la jambe passant par le nerf sciatique et ses branches terminales







1- Muscle long extenseur des orteils
2- Muscle tibial antérieur
3- Tibia
4- Muscle long fléchisseur des orteils
5- Nerf fibulaire profond
6- Artère et veine tibiales antérieures
7- Grande veine saphène
8- Muscles long et court fibulaires
9- Fibula
10- Muscle tibial postérieur
11- Artère et veine tibiales postérieures
12- Nerf tibial
13- Muscle long fléchisseur de l'hallux
14- Muscle gastrocnémien latéral
15- Muscle gastrocnémien médial
16- Petite veine saphène
17- Nerf cutané sural médial
18- Nerf sural
19- Muscle soléaire
20- Muscle long extenseur de l'hallux

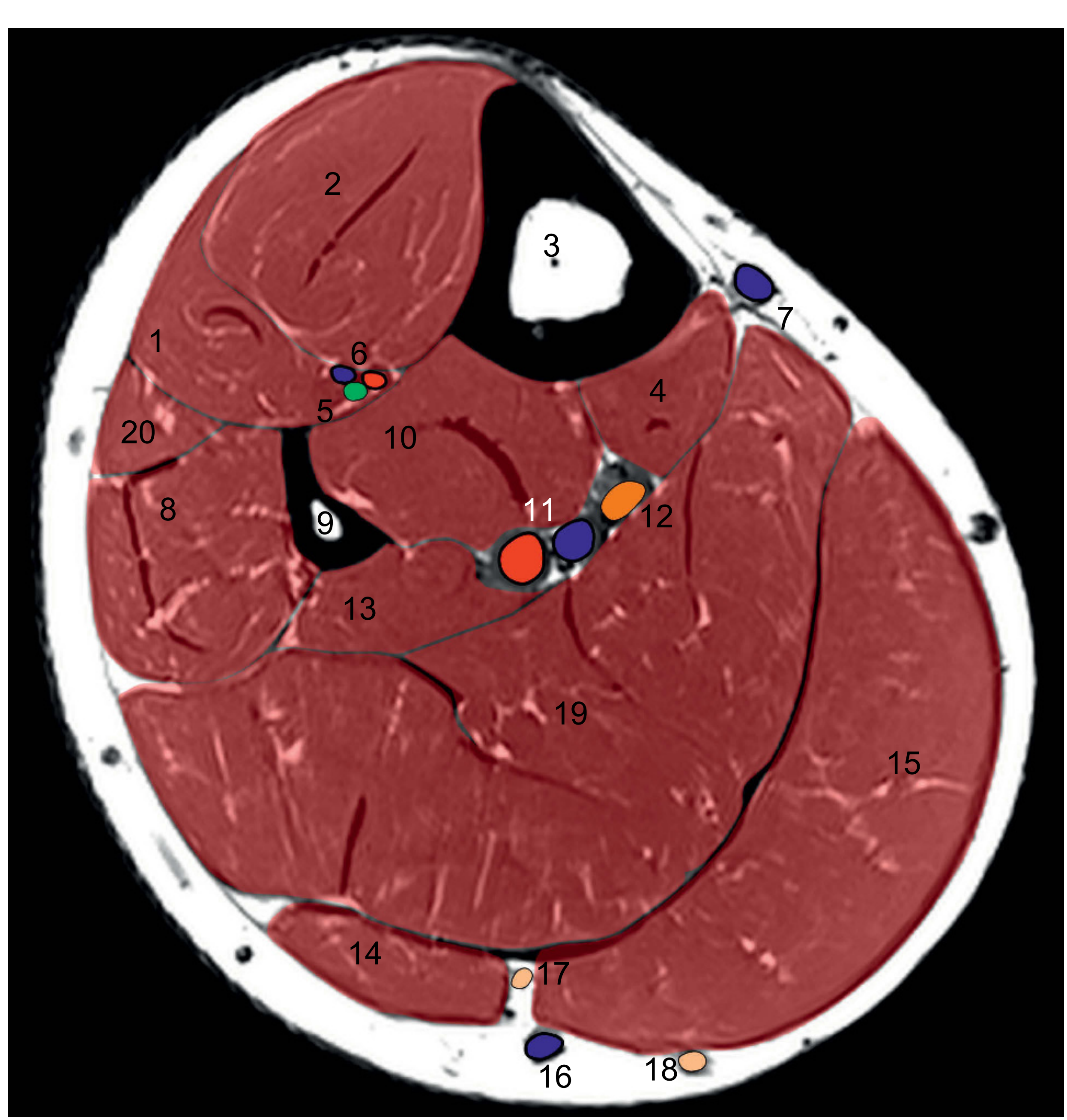
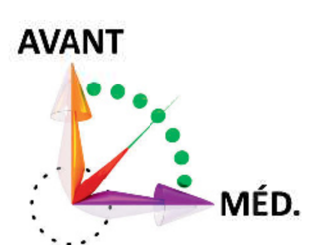
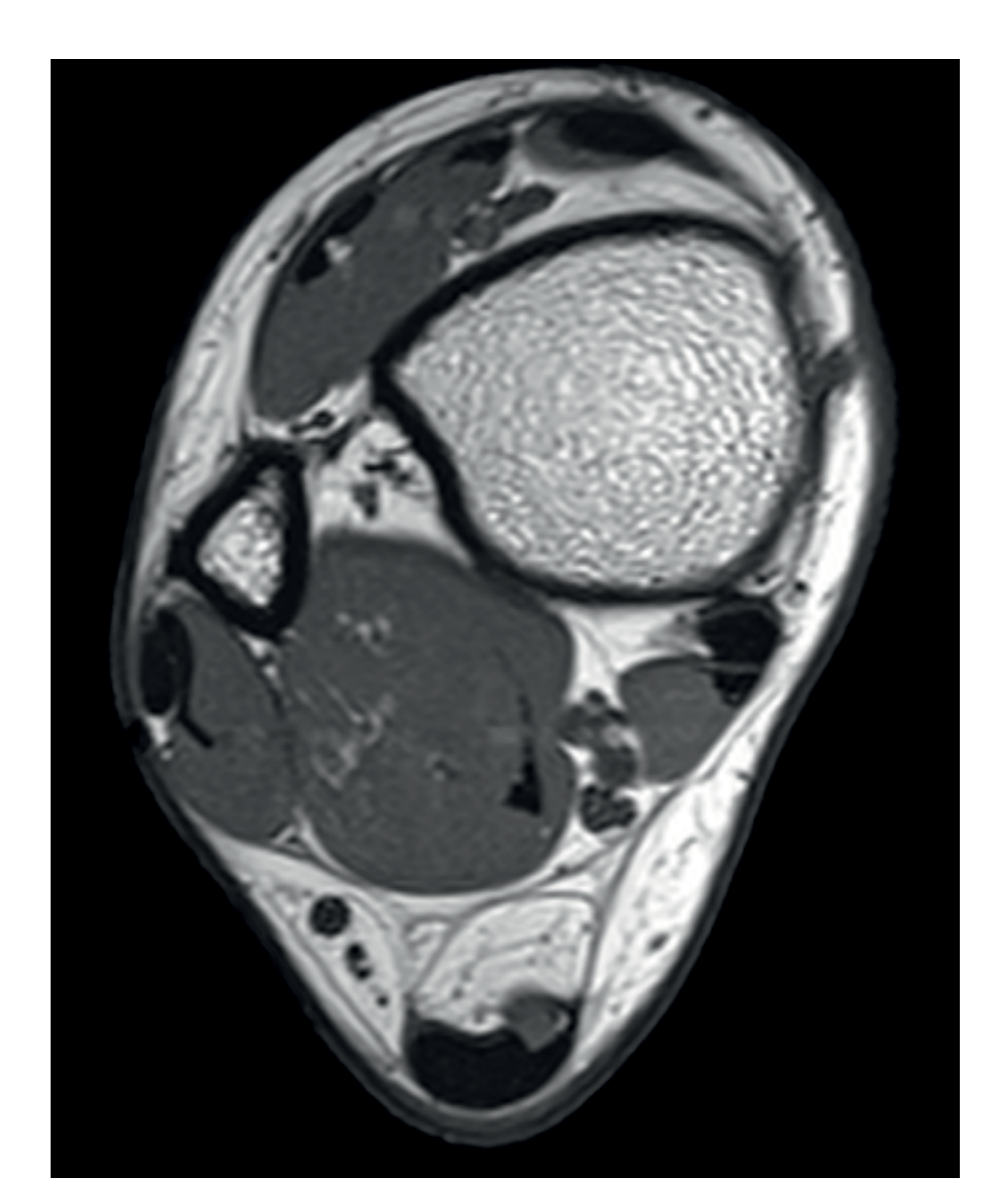
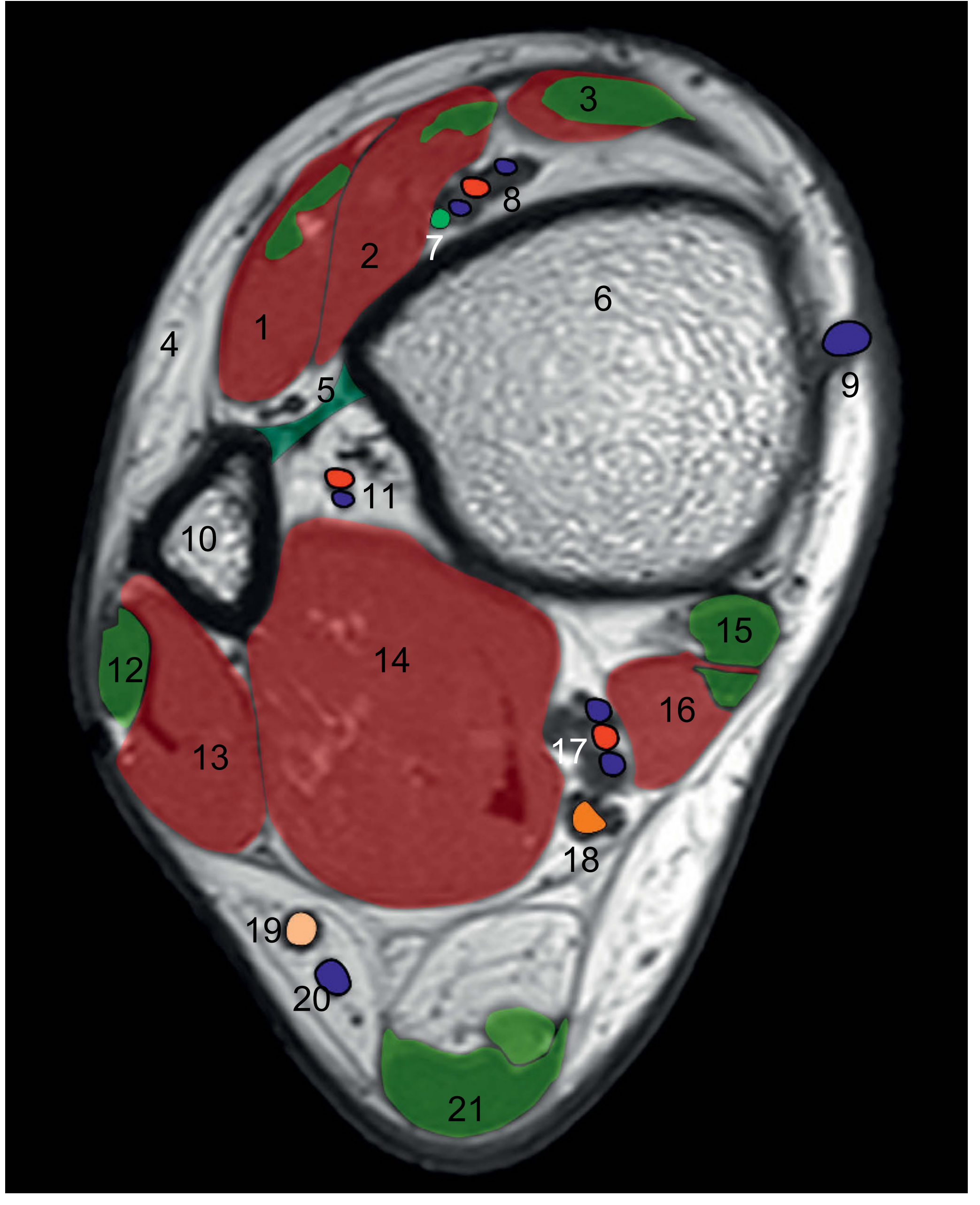


Figure Sc14. Coupes IRM au tiers distal de la jambe passant par le nerf sciatique et ses branches terminales









1- Muscle long extenseur des orteils

2- Muscle long extenseur de l'hallux

3- Tendon du muscle tibial antérieur

4- Nerf fibulaire superficiel

5- Membrane interosseuse

6- Tibia

7- Nerf fibulaire profond

8- Artère et veine tibiales antérieures

9- Grande veine saphène

10- Fibula

11- Artère et veine fibulaires

12- Tendon du muscle long fibulaire

13- Muscle court fibulaire

14- Muscle long fléchisseur de l'hallux

15- Tendon du muscle tibial postérieur

16- Muscle long fléchisseur des orteils

17- Artère et veine tibiales postérieures

18- Nerf tibial

19- Nerf sural

20- Petite veine saphène

21- Tendons des muscles triceps sural et plantaire

Figure Sc15. Coupes IRM à la cheville passant par le nerf sciatique et ses branches terminales

Pathologie

Le nerf sciatique est la branche terminale du plexus sacré. Il sort du pelvis entre les muscles pyramidal et jumeau supérieur pour descendre à la face postérieure de la cuisse jusqu'au creux poplité où il se divise en ses deux branches terminales, les nerfs tibial et fibulaire commun (Figure Sc2). Il n'a, à la cuisse, pas de fonction sensitive propre mais innerve les muscles de la loge postérieure de celle-ci (Figures Sc7, Sc8). Il assure la flexion de la jambe sur la cuisse, l'extension de la cuisse sur le tronc et la mobilité du pied.

ÉTIOLOGIE

- Compression : les compressions du nerf sciatique dans le pelvis peuvent être dues à de multiples causes, notamment la grossesse ou une lésion tumorale.
- Section : les lésions tronculaires du nerf sciatique surviennent le plus souvent en dehors du petit bassin. Les complications iatrogènes peuvent se produire lors d'une injection intramusculaire dans la fesse, à proximité du nerf.
- Traction/étirement : en particulier lors d'une luxation postérieure de hanche, ou bien en rapport avec la luxation elle-même, ou en tant que complication iatrogène lors de sa réduction (Figure Sc16).

Les fractures très déplacées de la diaphyse fémorale peuvent occasionner une lésion du tronc sciatique, soit par contorsion directe, soit par étirement (Figure Sc17).

SIGNES CLINIQUES

Les signes cliniques peuvent faire évoquer une radiculalgie L5 ou S1.

- Signes sensitifs : ils concernent la lésion directe du nerf. L'hypoesthésie concerne les territoires des branches terminales du nerf sciatique, c'est-à-dire à la face latérale de la jambe, territoire du nerf fibulaire et le pied. La douleur naît souvent à la fesse ou au point de compression. Une recrudescence nocturne peut faire évoquer une bursite ischiatique.

- Signes moteurs : ils peuvent concerner les muscles de la jambe innervés par les branches terminales ou ceux innervés directement par le nerf sciatique à la cuisse. Ainsi, on peut constater un déficit de l'ensemble des muscles de la loge postérieure de la cuisse, de la jambe ou même du pied selon le niveau d'atteinte du nerf. L'extension de la cuisse sur le tronc, la flexion de la jambe sur la cuisse et les releveurs du pied peuvent être déficitaires.

FORMES CLINIQUES

- Syndrome du muscle piriforme : le muscle piriforme peut entrer en contact avec le nerf cutané postérieur de la cuisse et le nerf sciatique. Le nerf cutané postérieur de la cuisse est le premier atteint et la douleur ne descend souvent que jusqu'à la fosse poplitée.

- Syndrome du muscle obturateur interne : la compression se fait au niveau du passage entre les muscles obturateur interne et piriforme, site où le nerf pudendal peut également être atteint. La douleur peut alors envahir le territoire du nerf pudendal de manière concomitante.

EXAMENS COMPLÉMENTAIRES

- Une IRM de la zone de compression suspectée peut être très informative, en recherchant une cause extrinsèque qui sera fréquemment retrouvée, après orientation clinique.
- L'électroneuromyogramme objectivera l'atteinte électrophysiologique du nerf.

TRAITEMENT

En cas d'absence de processus expansif retrouvé, le premier traitement sera médical, associant une prise en charge de la douleur par kinésithérapie et médicaments antalgiques, puis en ayant éventuellement recours à des injections de corticoïdes. Le recours à la chirurgie est rare.

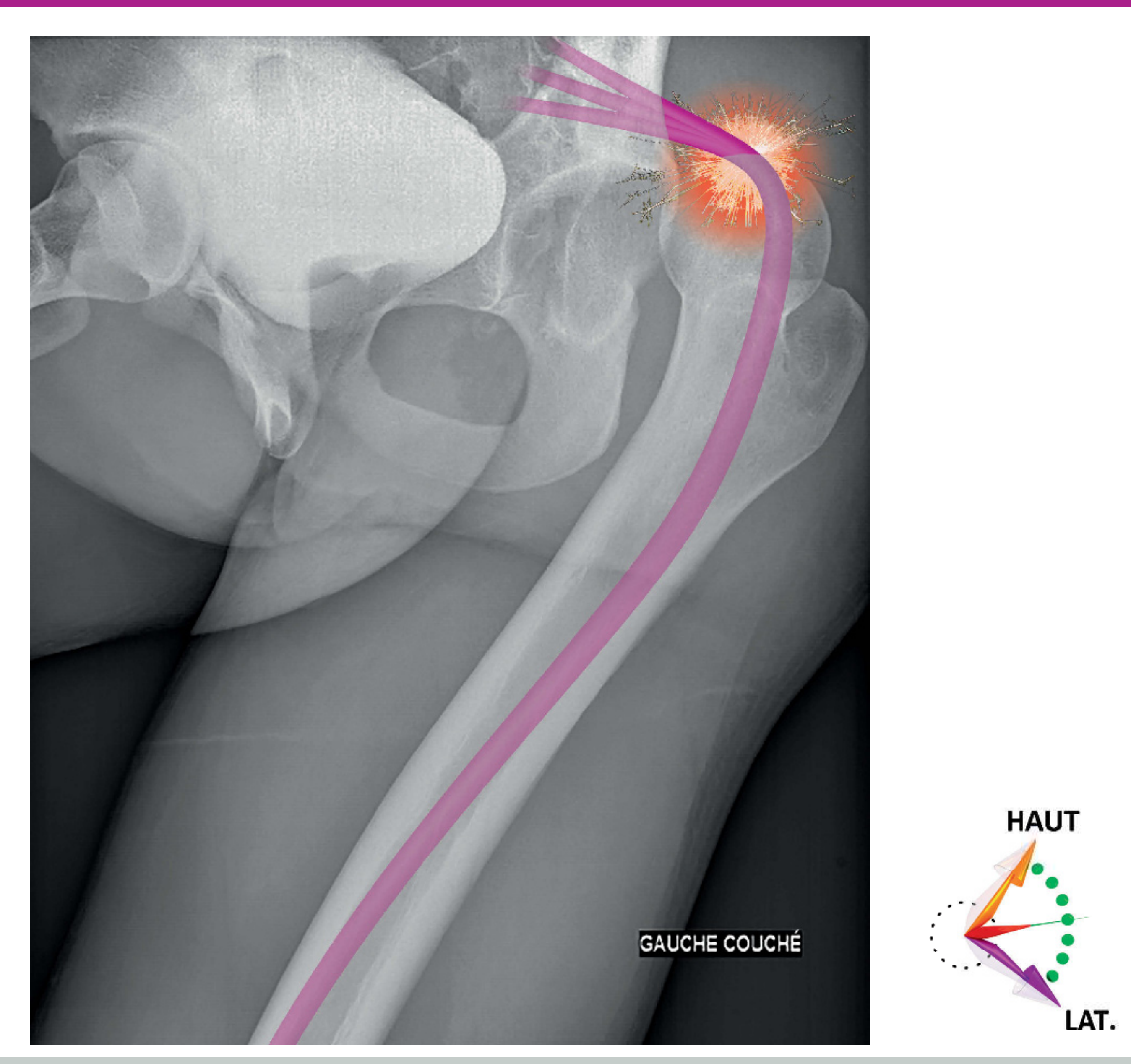


Figure Sc16. Luxation postérieure traumatique de hanche, agressive pour le tronc du nerf sciatique (lésion par alongement ou traumatisme direct)

Figure Sc17. Fracture de la diaphyse fémorale avec signes neurologiques (lésion par étirement à gauche et par contorsion directe à droite)

Page blanche

Page blanche



T

Données morphologiques

Le nerf tibial est un nerf mixte qui constitue la branche terminale médiale et principale du nerf sciatique. Il innerve les muscles de la loge postérieure de la jambe et la face plantaire du pied, en passant derrière la malléole médiale.

ORIGINE

Le nerf tibial est la branche terminale la plus volumineuse du nerf sciatique. Il est constitué des mêmes racines que ce dernier : L4, L5, S1, S2 et S3 (Figures T1, T2). Il naît au niveau de la fosse poplitée, dans son angle supérieur. Il répond alors latéralement au nerf fibulaire, branche terminale latérale du nerf sciatique (Figure T2) (Vidéo 68).

TRAJET

Il descend verticalement dans la fosse poplitée, médialement à la veine puis à l'artère poplitée (Figures T3, T4, T5). Ce pédicule vasculo-nerveux est cloisonné par une chape musculaire (Figure T3). Celle-ci forme un losange délimité par :
- en haut et médialement, les muscles semi-tendineux et semi-membraneux ;
- en haut et latéralement, le muscle biceps fémoral ;
- en bas et médialement, le muscle gastrocnémien médial ;
- en bas et latéralement, le muscle gastrocnémien latéral.

Le nerf tibial pénètre ensuite dans la loge postérieure de la jambe, en passant en avant de l'arcade du soléaire pour se plaquer contre la membrane interosseuse, en formant le paquet vasculo-nerveux tibial postérieur (Figure T5). Il répond en arrière et en haut de cette région au muscle soléaire, au fascia crural en bas et, en avant, successivement au muscle tibial postérieur et au long fléchisseur des orteils.

À la cheville, le nerf tibial se place en dedans du tendon calcanéen, puis sous les vaisseaux tibiaux postérieurs, derrière la malléole médiale (Figure T6).
À ce niveau, le pédicule vasculo-nerveux est entouré en avant par le tendon du muscle long fléchisseur des orteils et en arrière par le tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux. Ces deux tendons et le pédicule tibial postérieur sont maintenus à la cheville par le rétinaculum des fléchisseurs. Celui-ci s'insère en haut sur la malléole médiale du tibia et en bas sur la face médiale du calcanéus (Figures T7, T8).

Dans la partie inférieure de ce sillon, le nerf tibial se divise en deux branches terminales, les nerfs plantaires médial et latéral (Vidéo 69).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Dans la fosse poplitée, le nerf tibial répond médialement aux vaisseaux poplités, en étant un peu plus superficiel car ces derniers sont contre la face postérieure du plateau tibial et y répondent par l'intermédiaire du muscle poplité (Figure T5).
À la jambe, le nerf tibial se place en arrière et latéralement par rapport à l'artère tibiale postérieure et à ses veines.
Sous la malléole médiale, le nerf tibial répond au-dessus à l'artère tibiale postérieure (Figure T6) (Vidéo 70).

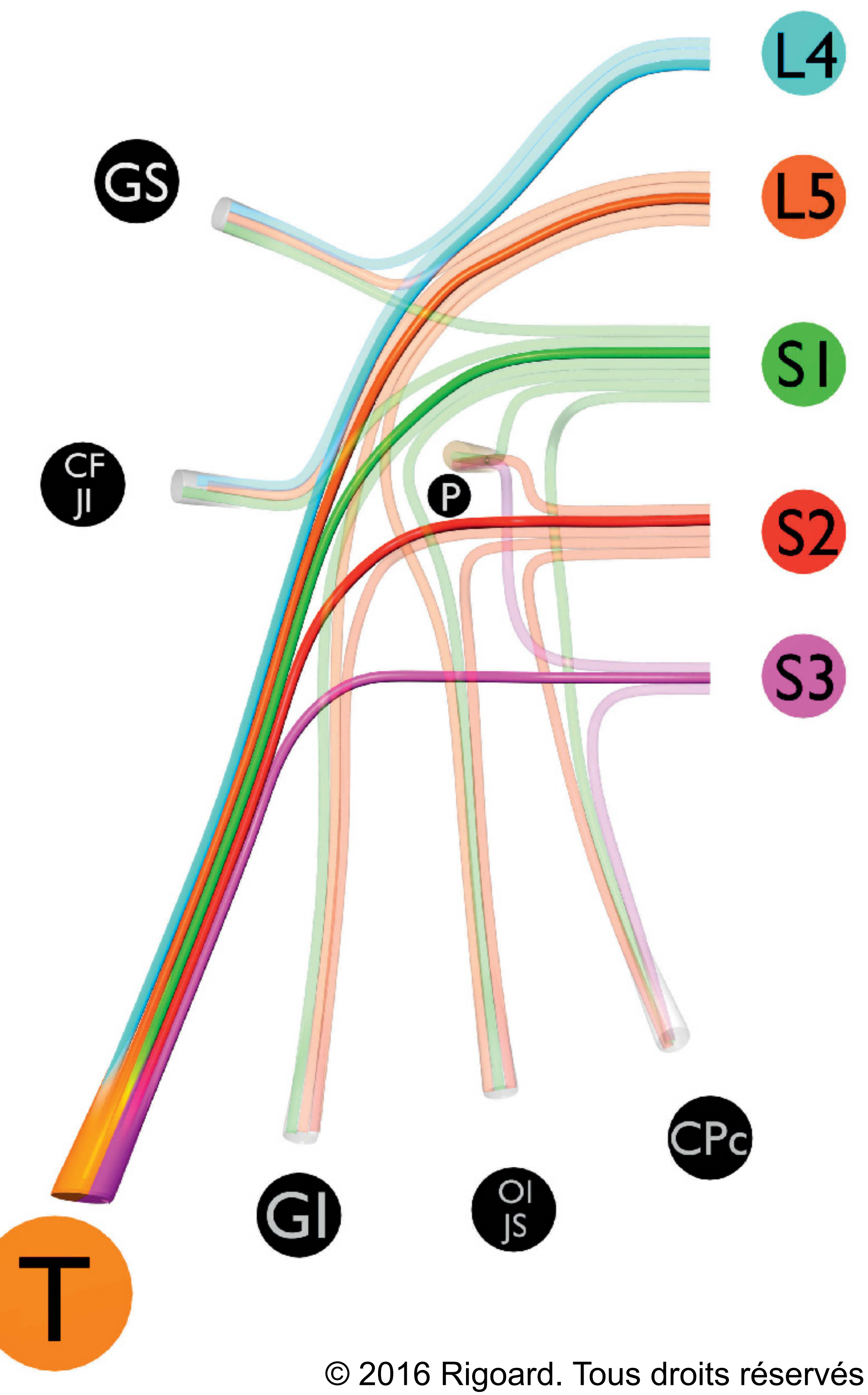


Figure T1. Origine du nerf tibial, issu du nerf sciatique

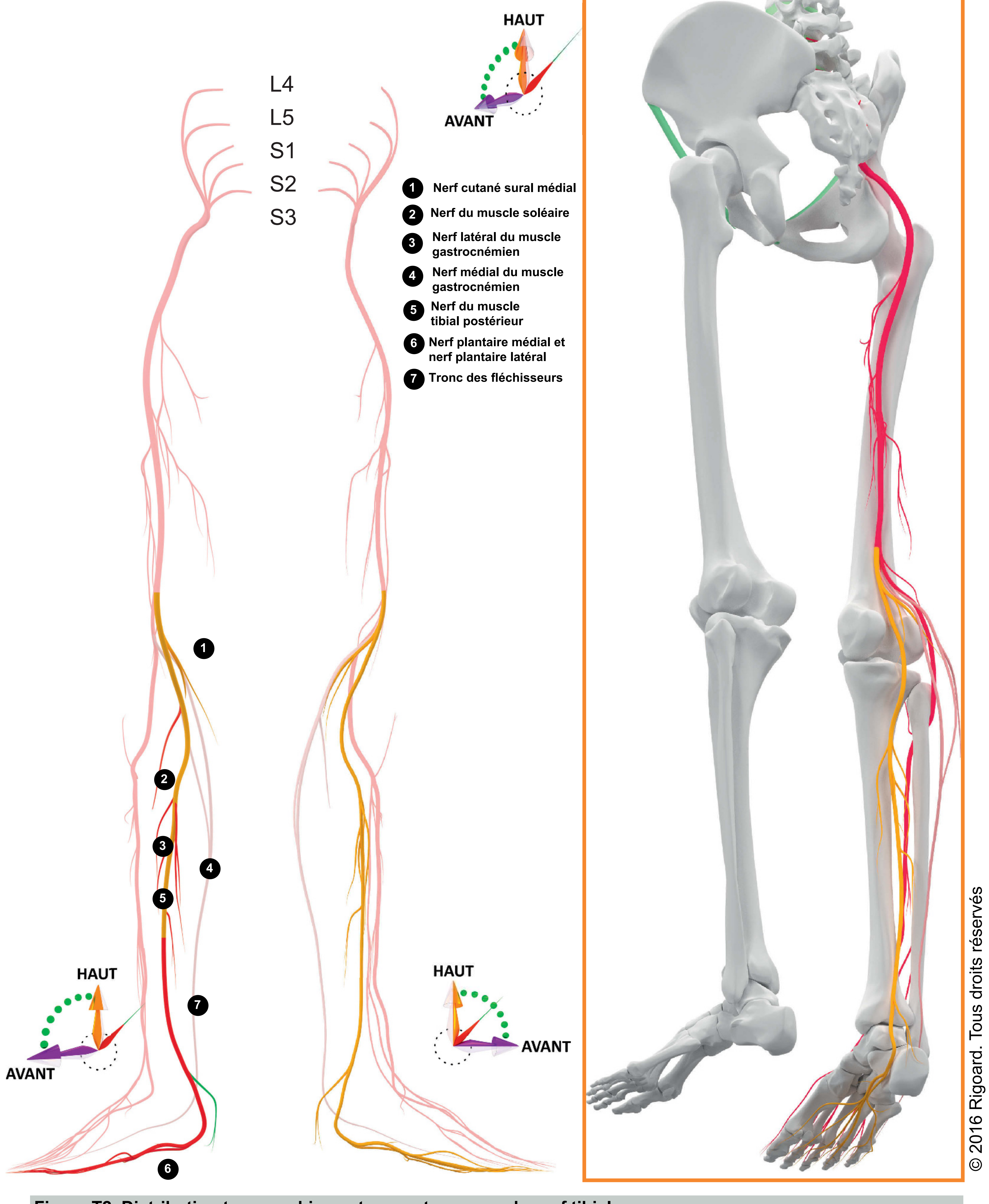


Figure T2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf tibial

Données morphologiques au mollet et à la cheville

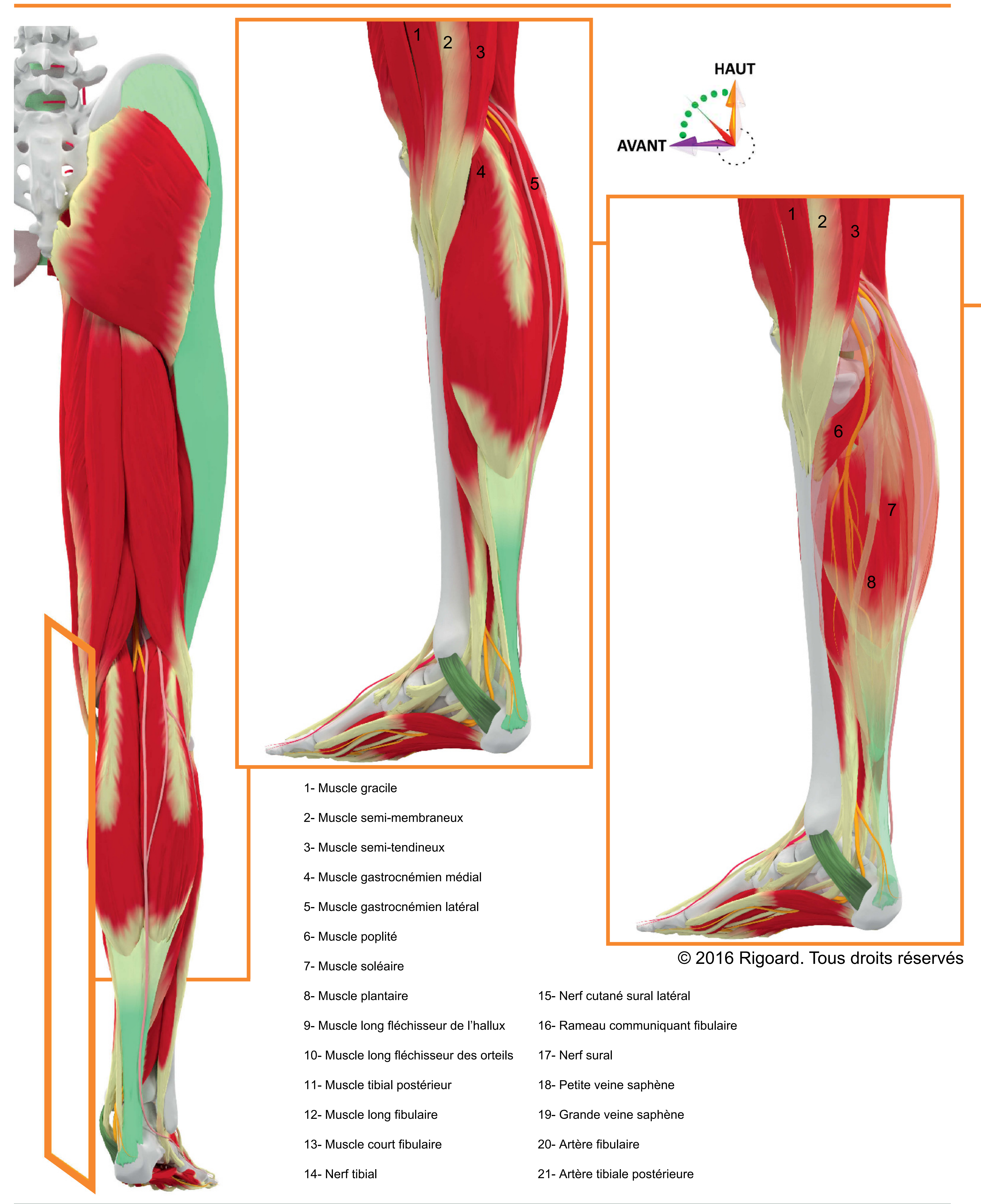


Figure T3. Rapports musculaires du nerf tibial au mollet et à la cheville (de la superficie à la profondeur)

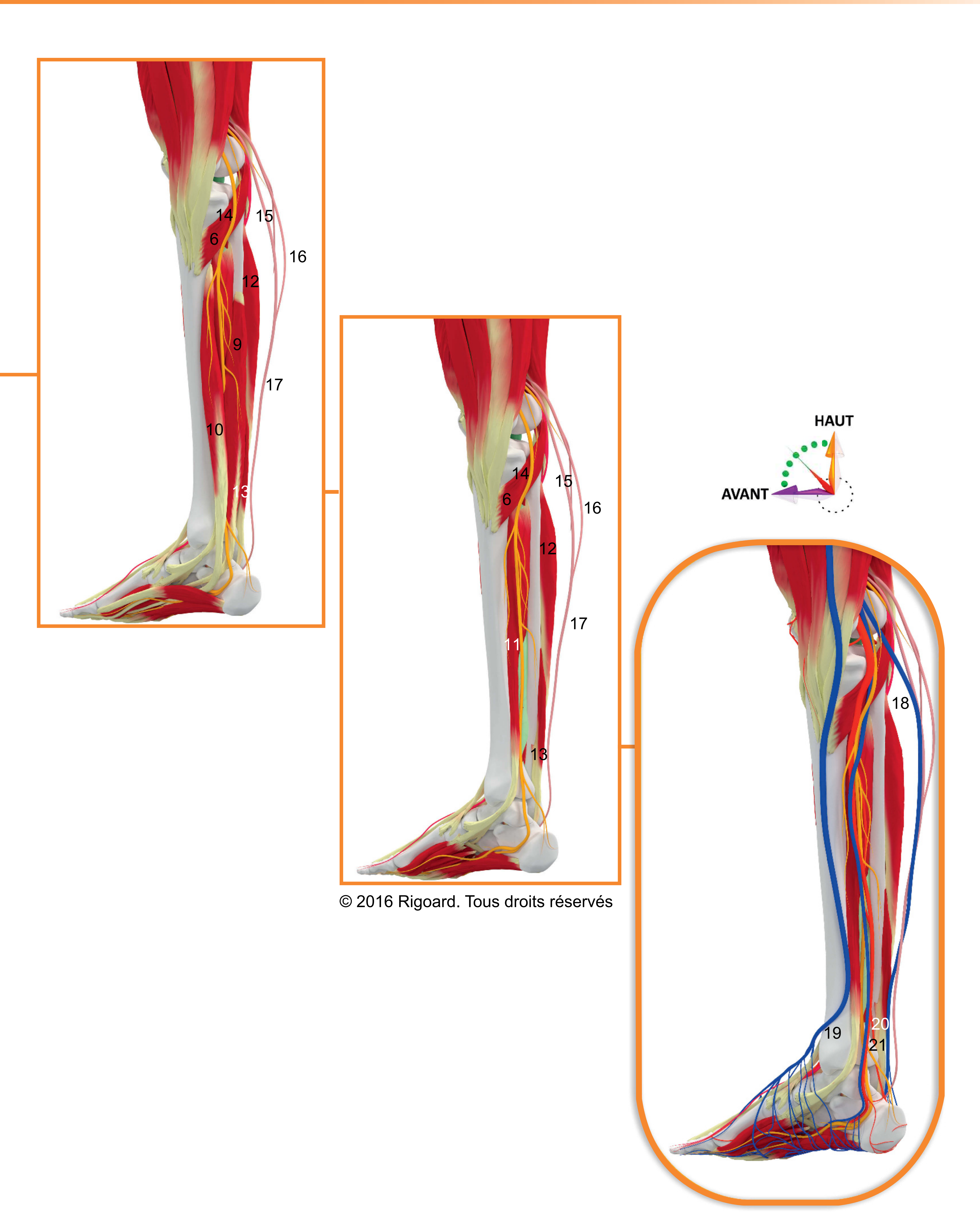


Figure T4. Rapports musculaires et vasculo-nerveux du nerf tibial au mollet et à la cheville (de la superficie à la profondeur)

Données morphologiques - Rapports vasculo-nerveux

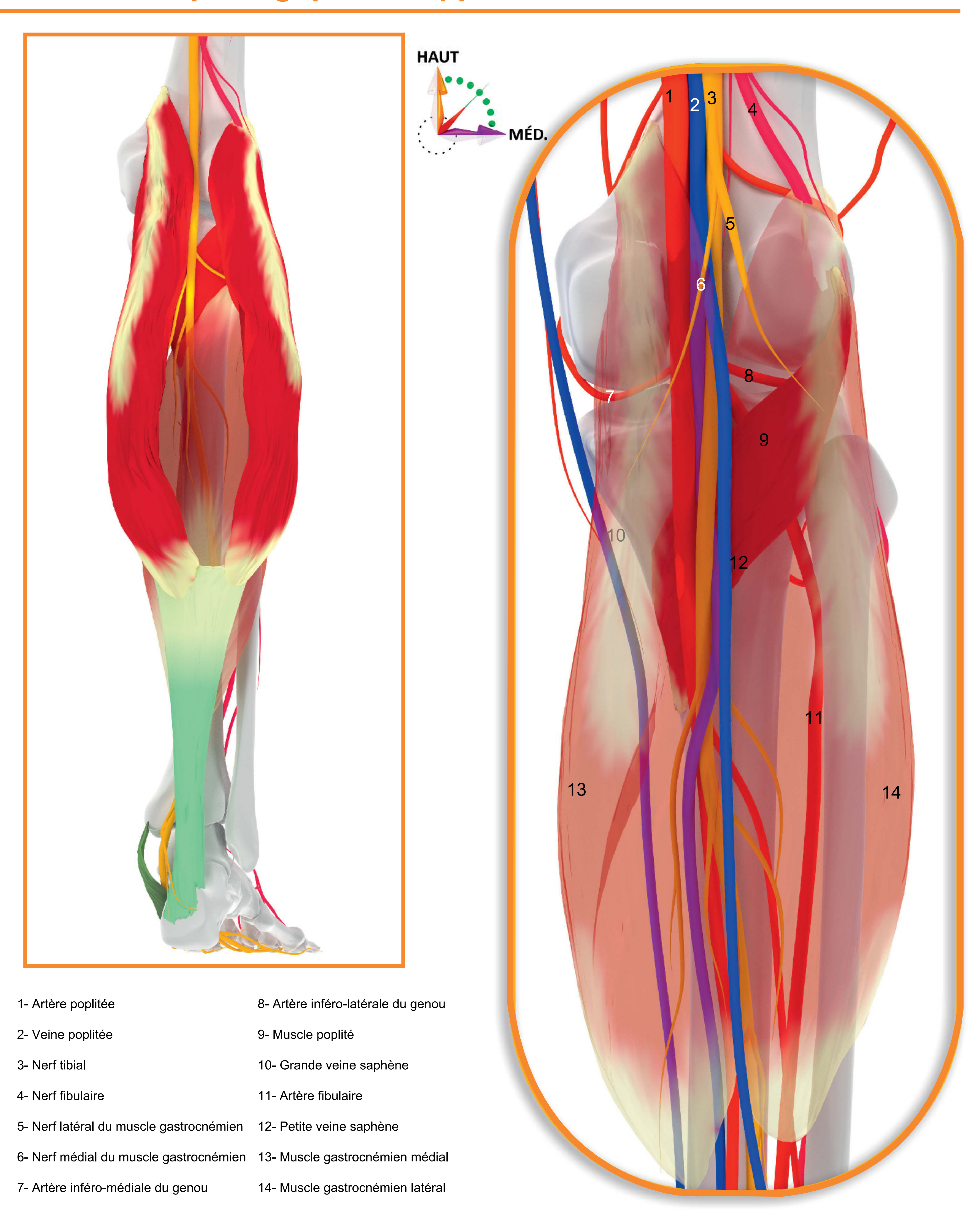


Figure T5. Rapports vasculo-nerveux du nerf tibial au creux poplité

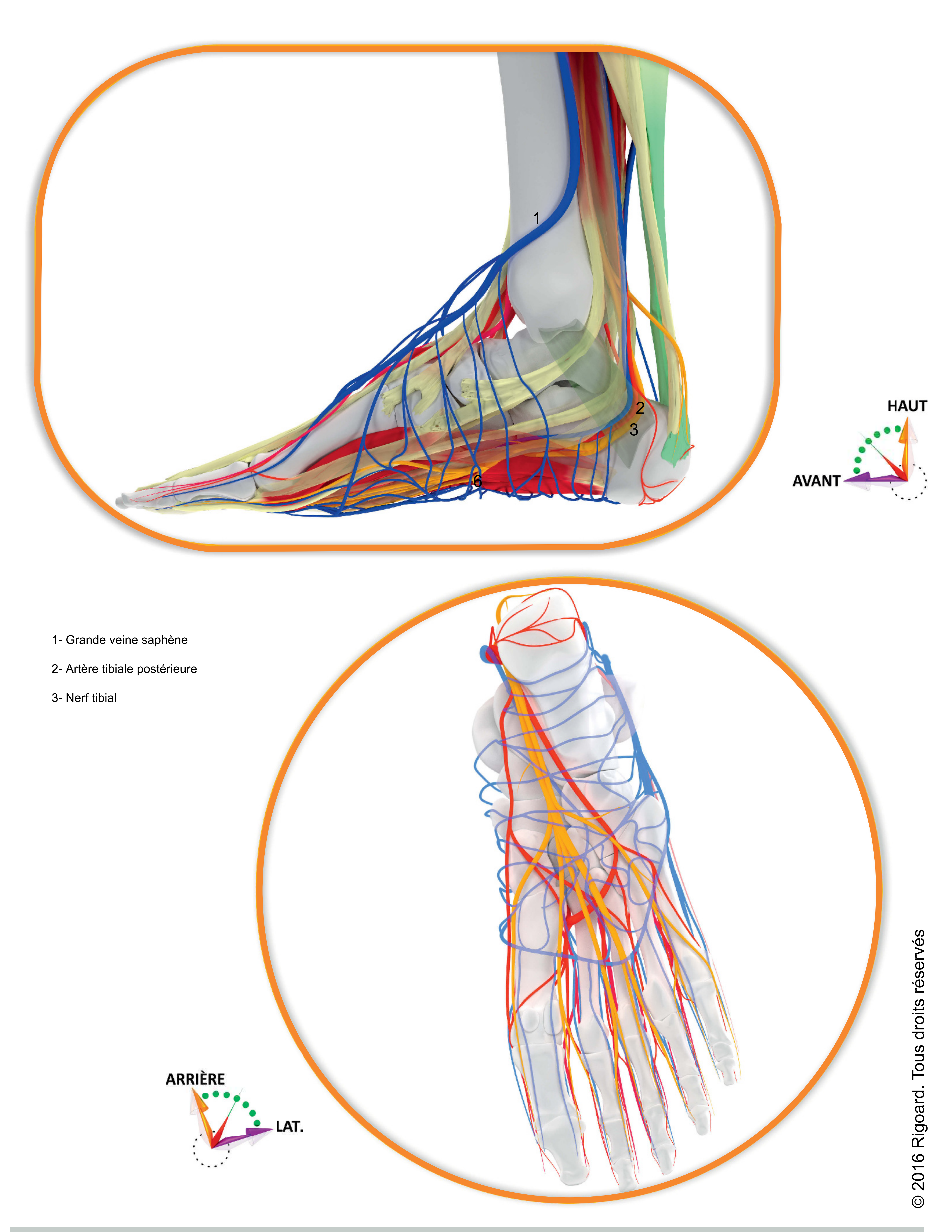


Figure T6. Rapports vasculo-nerveux du nerf tibial au pied (vues médiane et inférieure)

Données morphologiques au pied

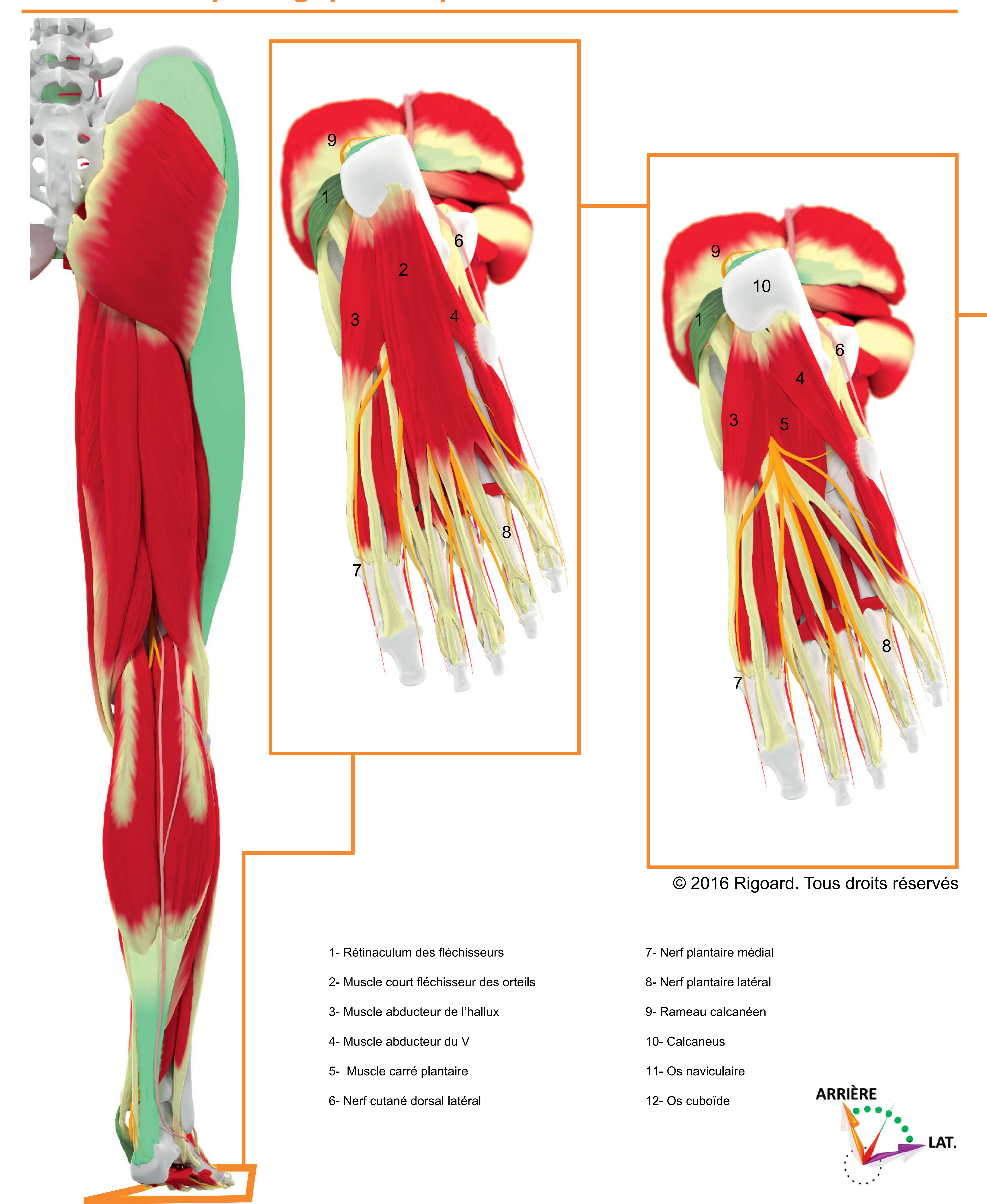


Figure T7. Rapports musculaires du nerf tibial au pied (vue inférieure, de la superficie à la profondeur)

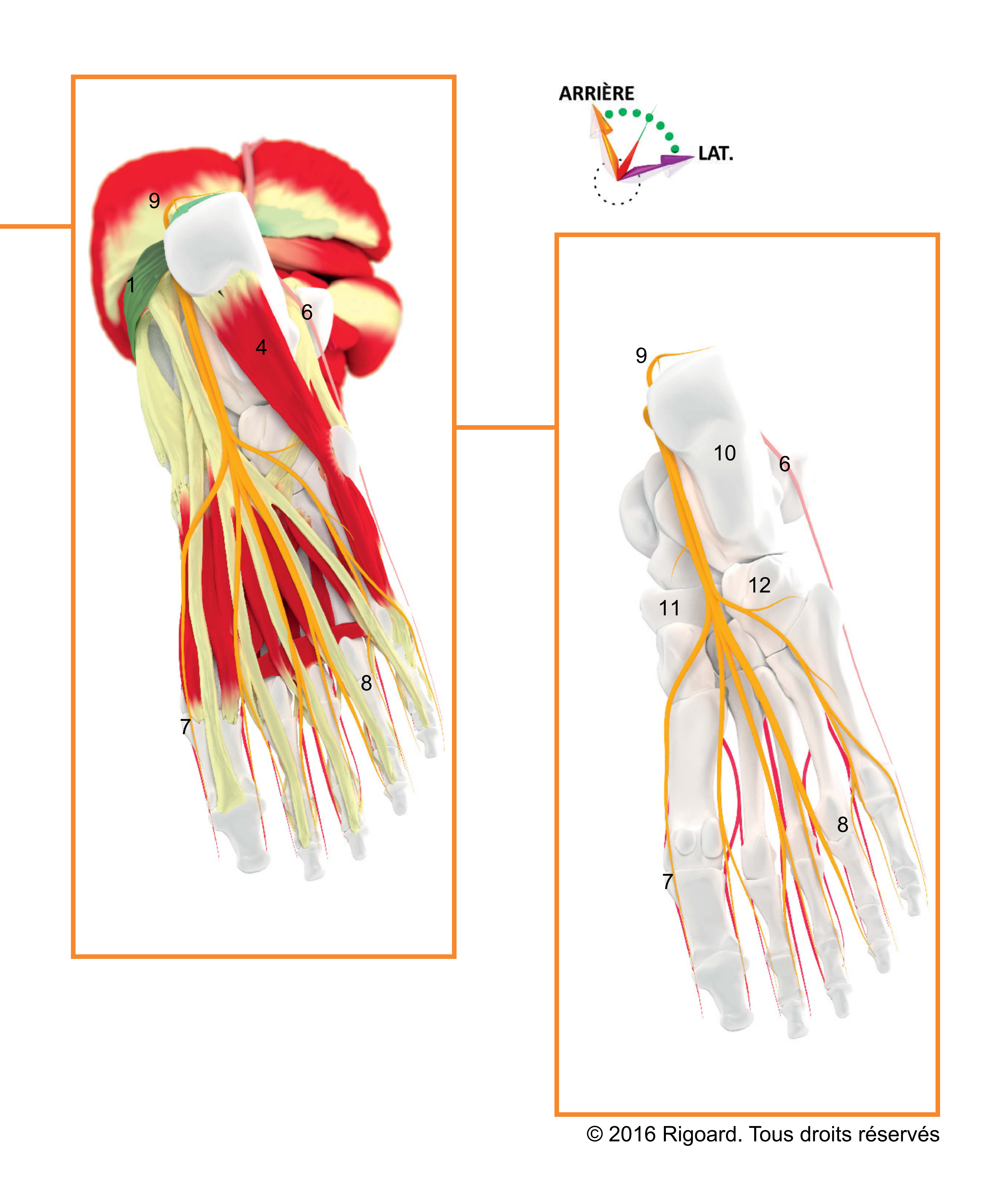


Figure T8. Rapports musculaires du nerf tibial au pied (vue inférieure, de la superficie à la profondeur)

Données morphologiques - Synthèse

BRANCHES COLLATÉRALES

Le nerf tibial donne plusieurs types de branches collatérales (Figure T2) :
- des branches musculaires pour les muscles qu'il innerve : soléaire, plantaire, chefs médial et latéral du muscle gastrocnémien, muscle poplité, tibial postérieur, long fléchisseur des orteils, long fléchisseur de l'hallux (Figure T4) ;
- des branches articulaires destinées à la face postérieure du genou et à la face médiale de l'articulation tibio-tarsienne ;
- des branches sensitives destinées à l'innervation des téguments (Figures T4, T9).

Parmi les branches sensitives, une branche remarquable est le nerf cutané sural médial. Celle-ci peut rejoindre une branche latérale ou fibulaire pour former le nerf sural (Figure T4). Ce nerf descend en longeant latéralement le tendon calcanéen pour innerver le bord latéral du pied par sa branche terminale, le nerf digital dorsal latéral du 5e orteil. Il peut également se diviser en trois nerfs digitaux dorsaux, pour innerver la face dorsale et latérale du IV, la face médiale et latérale du V (Vidéo 71).

BRANCHES TERMINALES

Sous la malléole médiale, en arrière du rétinaculum des fléchisseurs, le nerf tibial se divise en nerf plantaire médial et latéral (Figure T8). Les nerfs plantaires passent ensuite dans la région plantaire, où ils sont d'abord recouverts par le muscle abducteur de l'hallux et le court fléchisseur des orteils (Figures T7, T8). Entre les deux nerfs se trouvent les artères plantaires médiale et latérale. La première croise en distalité le nerf plantaire médial, par le dessus.

Le nerf plantaire médial se dirige en avant et latéralement sous les tendons du muscle long fléchisseur des orteils (Figures T7, T8). Il décoche trois branches musculaires pour les muscles abducteur de l'hallux, court fléchisseur des orteils et court fléchisseur de l'hallux qu'il innerve ; puis les nerfs digitaux plantaires médiaux et latéraux de l'hallux et des orteils II, III et IV. L'innervation du IV peut être partiellement assurée par le nerf sural.

Le nerf plantaire latéral se dirige en avant et latéralement. Il est croisé en-dessous par l'artère plantaire latérale qui se place latéralement. Il est recouvert au-dessus par le muscle carré plantaire, qu'il innerve, et en-dessous par le muscle court fléchisseur des orteils. Au niveau du 5e métatarsien, le nerf plantaire latéral se divise en ses deux branches terminales, superficielle et profonde :
- la branche superficielle se porte en avant et donne : des branches musculaires pour les muscles court fléchisseur, opposant et abducteur du V ; et des branches cutanées pour la face plantaire latérale du V et le 4e espace interosseux avec le 4e nerf digital plantaire commun ;
- la branche profonde est plus médiale et se porte en avant pour innerver les muscles des espaces interosseux plantaires : les muscles lombricaux, interosseux plantaires, dorsaux et l'adducteur du I (Vidéo 72).

FONCTION MOTRICE

Le nerf tibial assure, par ses branches collatérales et terminales, l'innervation de l'ensemble des muscles de la loge postérieure de la jambe (FiguresT4, T9) : tibial postérieur, long fléchisseur des orteils, long fléchisseur de l'hallux ; ainsi que de la face plantaire du pied : court fléchisseur des orteils, lombricaux, interosseux plantaires, court fléchisseur du V, opposant du V, abducteur du V et adducteur du I. Il est donc responsable de l'adduction, de l'inversion, de l'éversion et de l'extension du pied, de la flexion, adduction et abduction des orteils (Vidéo 73).

FONCTION SENSITIVE

La fonction sensitive du nerf tibial est assurée par ses branches terminales, les nerfs plantaires médial et latéral, et par la branche tibiale du nerf sural (Figure T9).

Le nerf sural innerve la partie inférieure de la face postérolatérale de la jambe, sous les territoires du nerf cutané postérieur de la cuisse et du nerf cutané sural latéral. Ce territoire se prolonge jusqu'au bord latéral du pied et au 5e orteil.

Les nerfs plantaires assurent l'ensemble de l'innervation sensitive de la face plantaire du pied. La séparation entre leurs territoires se situe généralement au niveau du 4e orteil. Cette répartition est semblable à celle qui est faite pour l'innervation de la face palmaire de la main, entre les nerfs médian et ulnaire (Vidéo 74).

ANASTOMOSE

L'anastomose la plus constante est celle formée par le nerf cutané sural médial avec sa branche homologue en provenance fibulaire pour former le nerf sural.

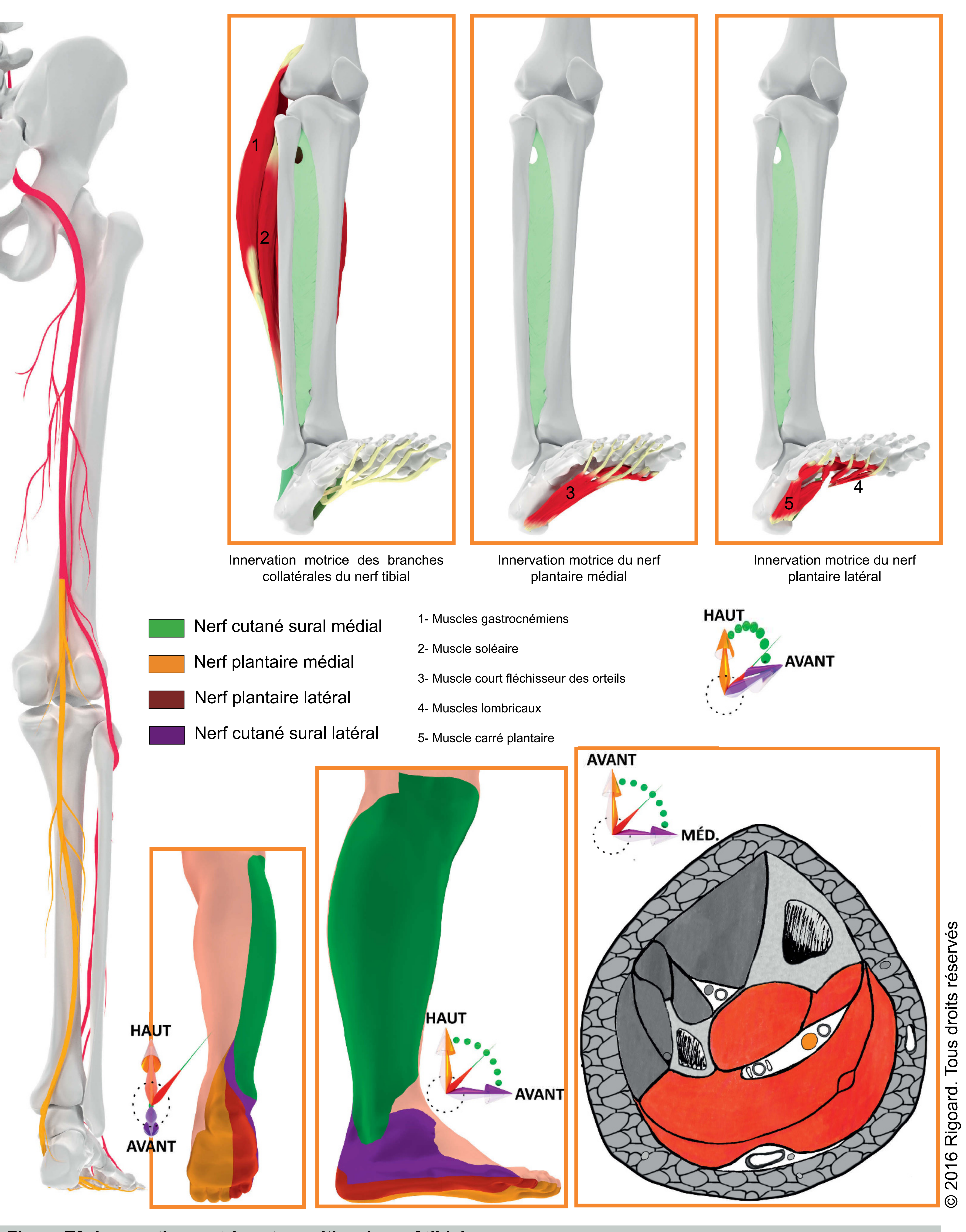
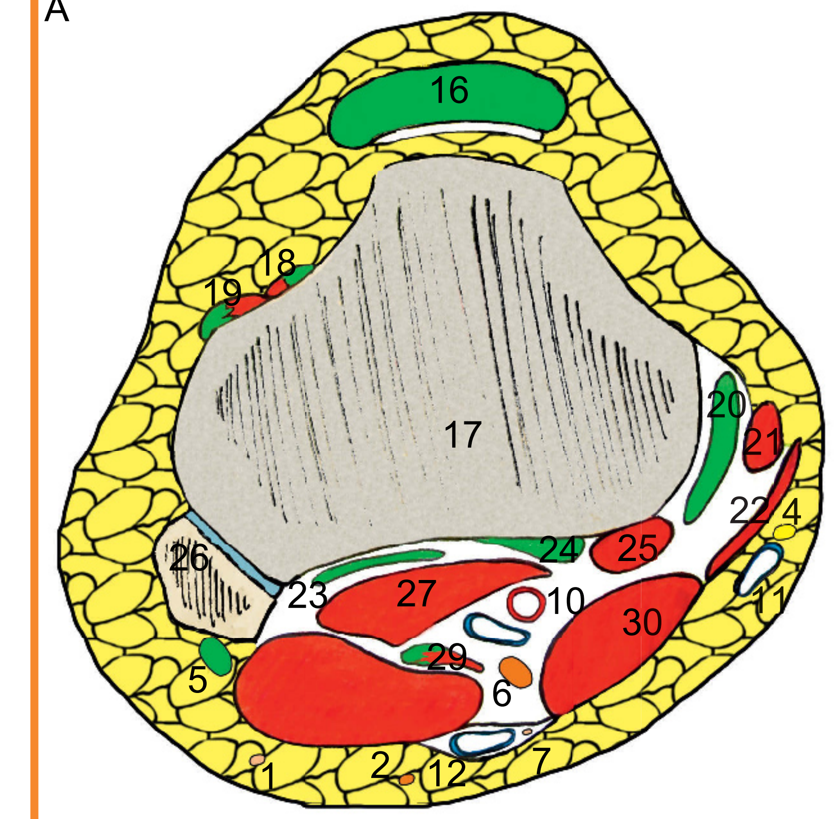
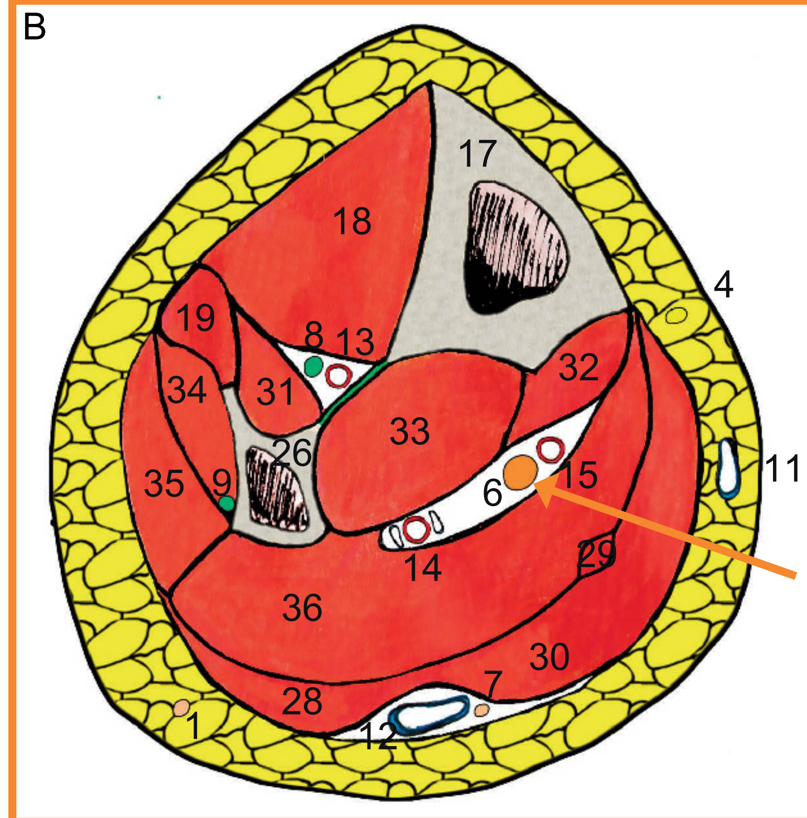


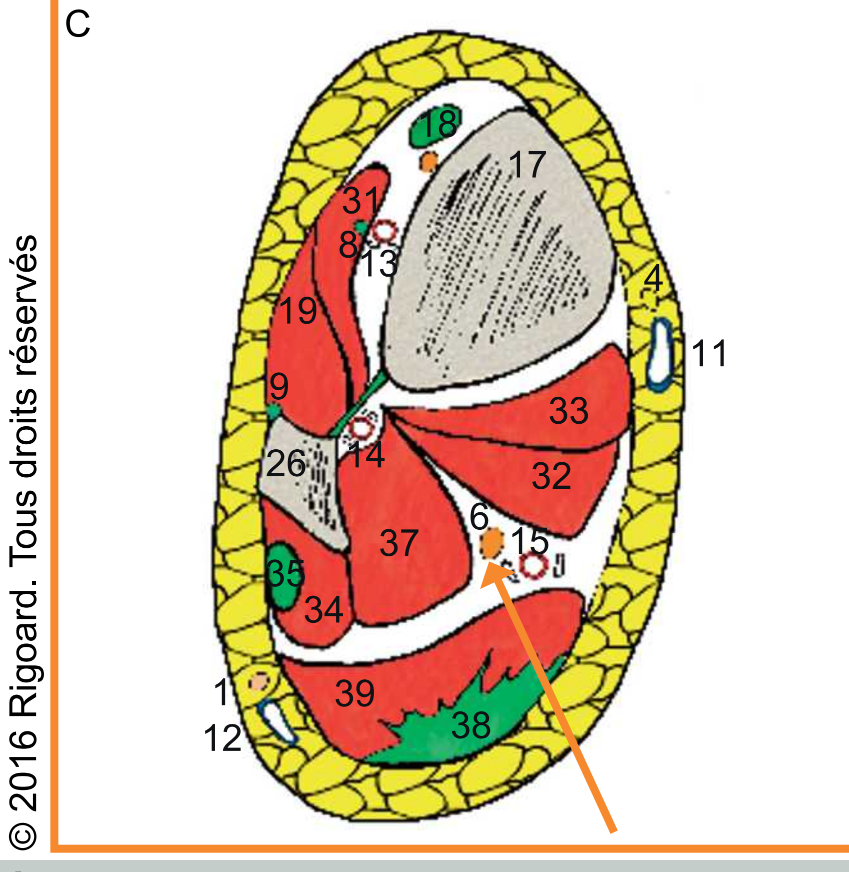
Figure T9. Innervation motrice et sensitive du nerf tibial

Données morphologiques - Coupes

1- Nerf cutané sural latéral
2- Rameau communicant fibulaire
3- Nerf cutané sural médial
4- Nerf saphène
5- Nerf fibulaire
6- Nerf tibial
7- Nerf sural
8- Nerf fibulaire profond
9- Nerf fibulaire superficiel
10- Artère et veine poplitées
11- Grande veine saphène
12- Petite veine saphène
13- Artère tibiale antérieure
14- Artère et veine fibulaires
15- Artère tibiale postérieure
16- Ligament patellaire du muscle quadriceps
17- Tibia
18- Muscle tibial antérieur
19- Muscle long extenseur des orteils
20- Ligament collatéral tibial
21- Muscle gracile
22- Muscle sartorius
23- Bourse séreuse
24- Ligament croisé postérieur
25- Muscle semi-membraneux
26- Fibula
27- Muscle poplité
28- Chef latéral du muscle gastrocnémien
29- Muscle plantaire
30- Chef médial du muscle gastrocnémien
31- Muscle long extenseur de l'hallux
32- Muscle long fléchisseur des orteils
33- Muscle tibial postérieur
34- Muscle court fibulaire
35- Muscle long fibulaire
36- Muscle soléaire
37- Muscle long fléchisseur de l'hallux
38- Tendon calcanéen
39- Muscle triceps sural







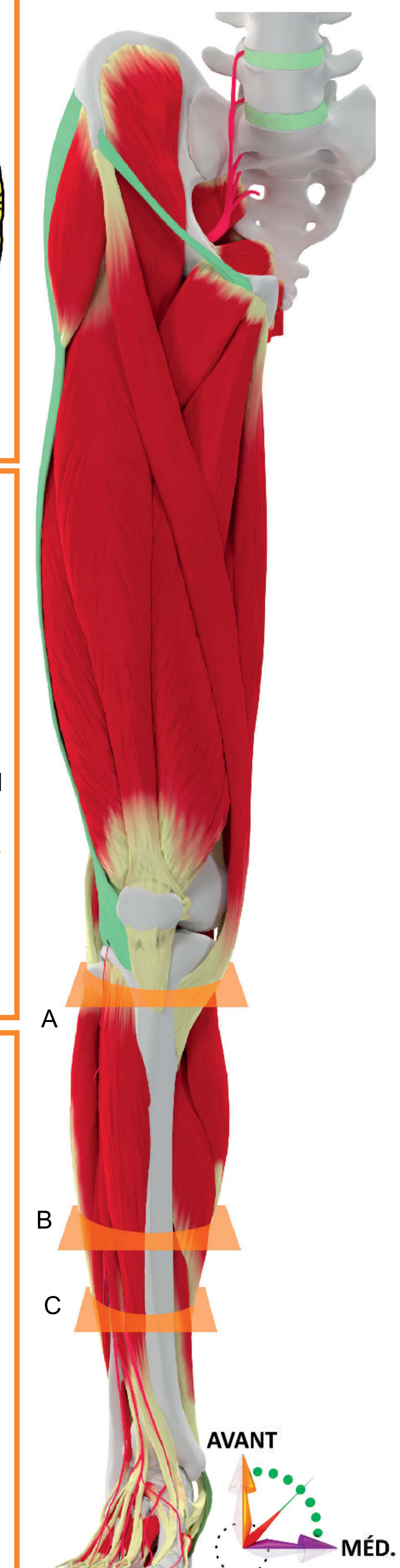
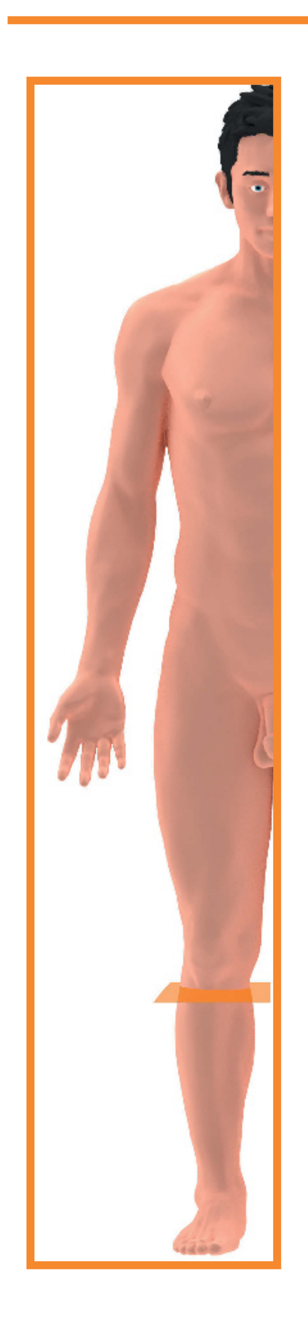
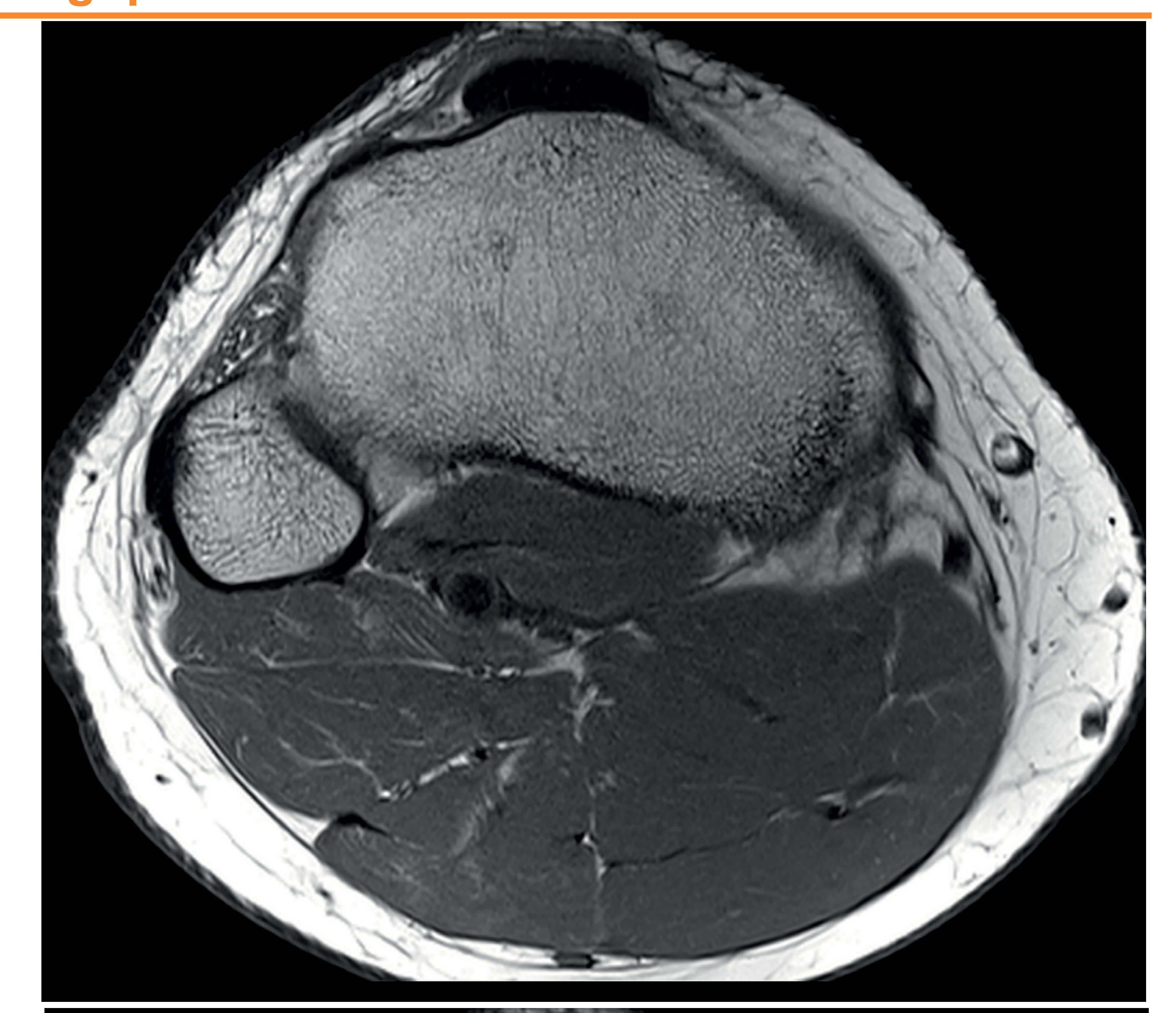
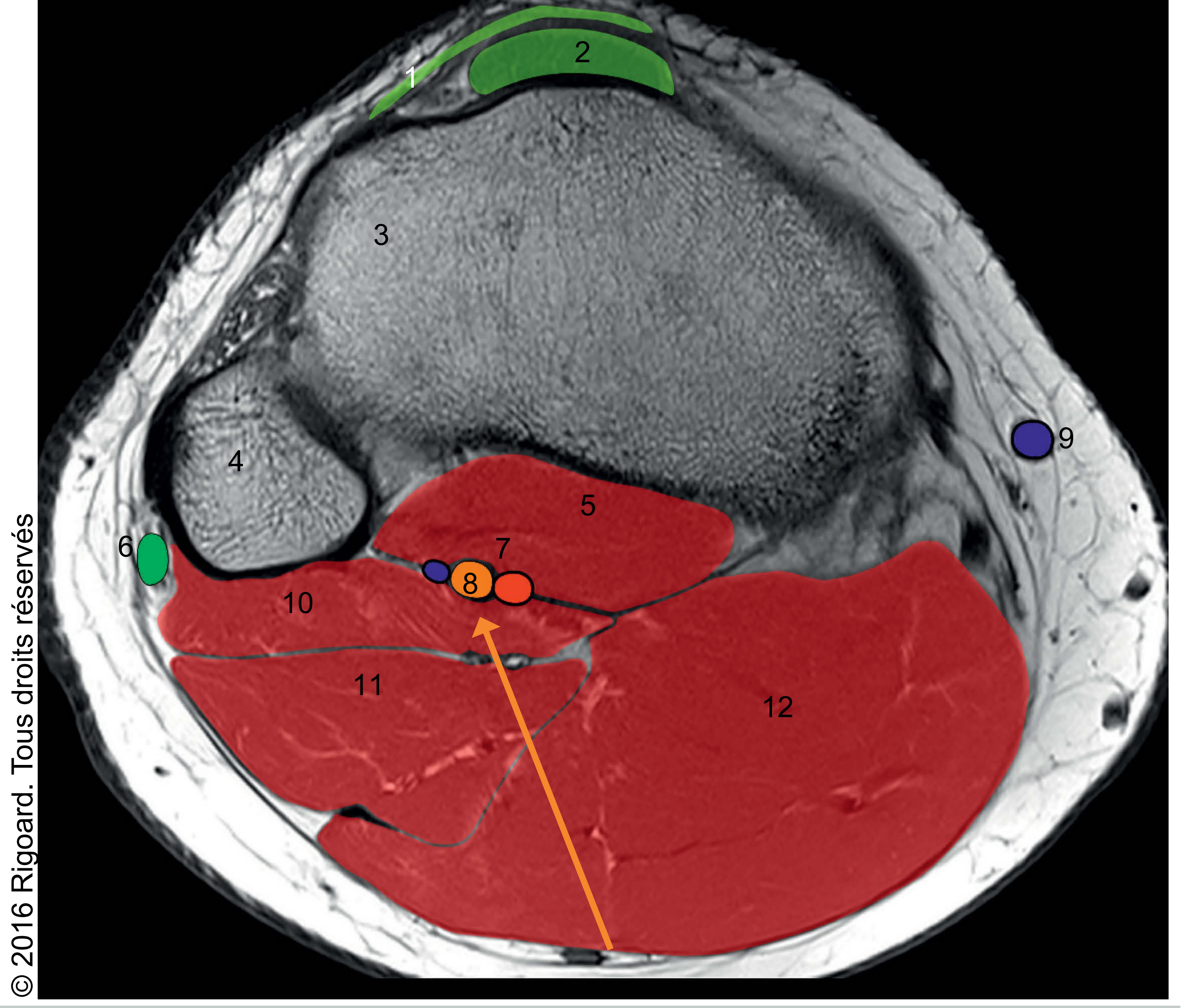


Figure T10. Rapports du nerf tibial à la jambe, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM







1- Ligament patellaire

2- Bourse synoviale infra-patellaire

3- Tibia

4- Fibula

5- Muscle poplité

6- Nerf fibulaire commun

7- Artère et veine tibiales postérieures

8- Nerf tibial

9- Grande veine saphène

10- Muscle soléaire

11- Muscle gastrocnémien latéral

12- Muscle gastrocnémien médial

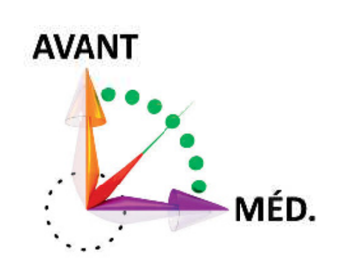
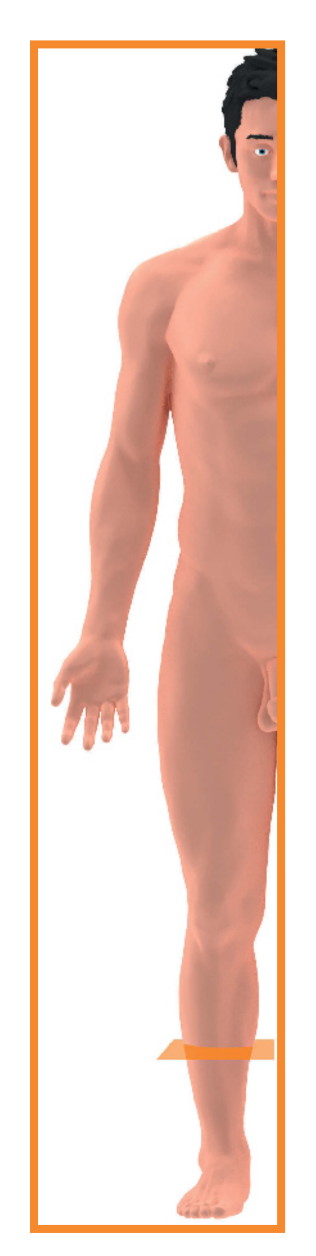
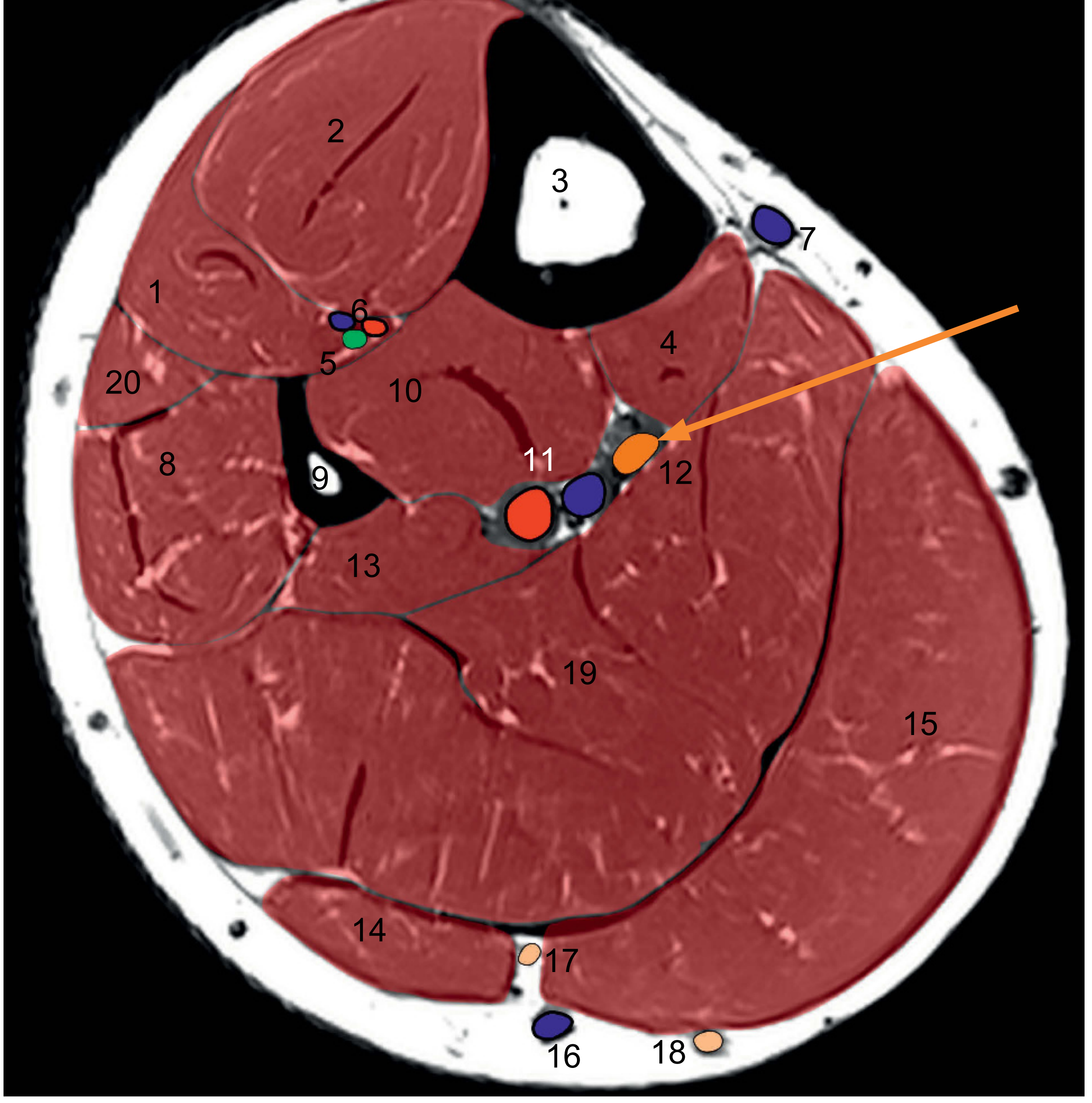


Figure T11. Coupes IRM au tiers proximal de la jambe passant par le nerf tibial









1- Muscle long extenseur des orteils

2- Muscle tibial antérieur

3- Tibia

4- Muscle long fléchisseur des orteils

5- Nerf fibulaire profond

6- Artère et veine tibiales antérieures

7- Grande veine saphène

8- Muscles long et court fibulaires

9- Fibula

10- Muscle tibial postérieur

11- Artère et veine tibiales postérieures

12- Nerf tibial

13- Muscle long fléchisseur de l'hallux

14- Muscle gastrocnémien latéral

15- Muscle gastrocnémien médial

16- Petite veine saphène

17- Nerf cutané sural médial

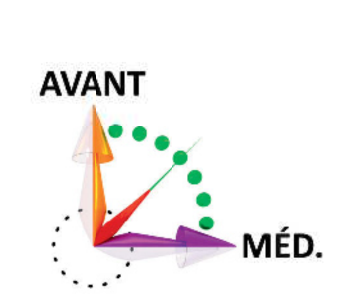
18- Nerf sural

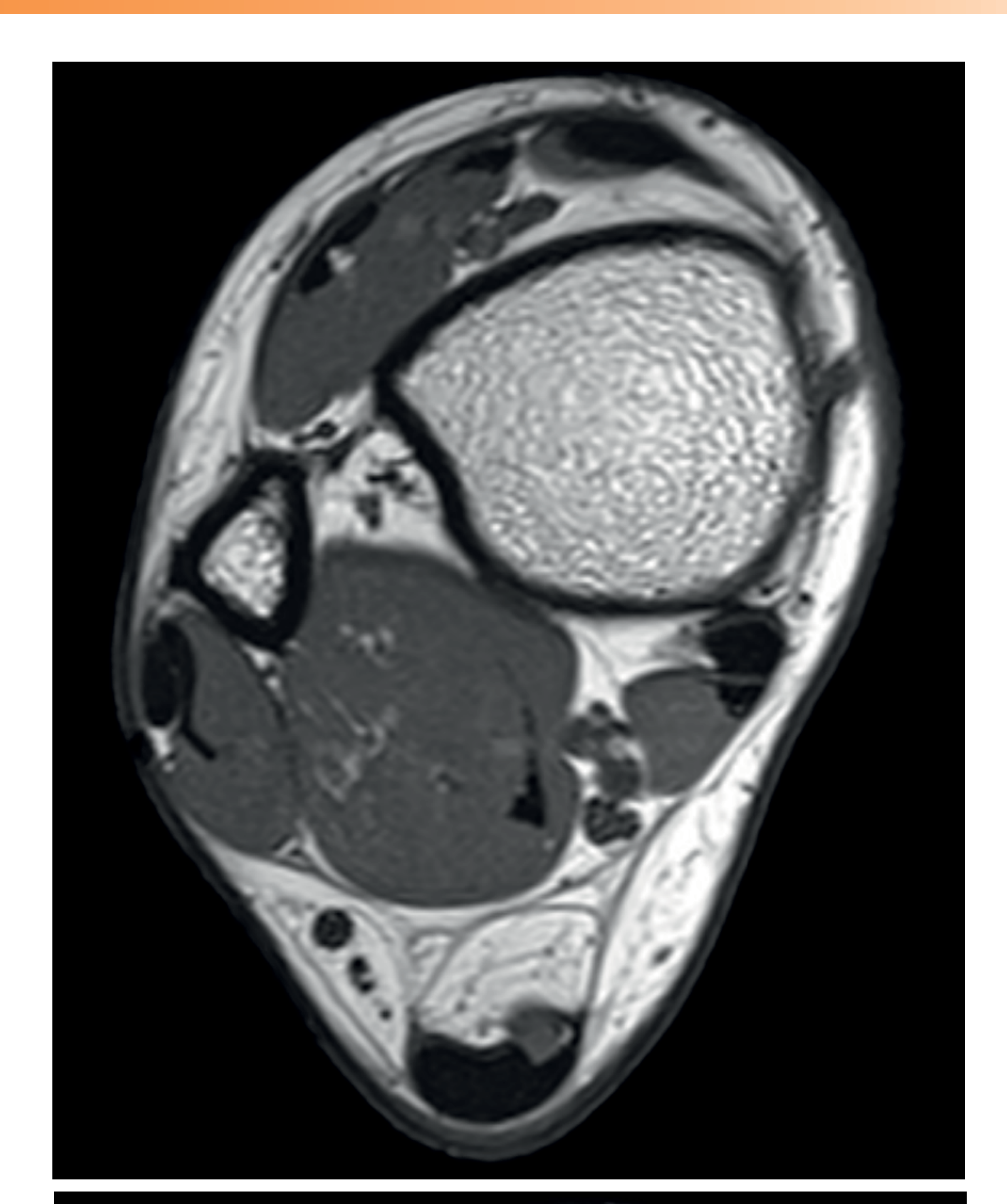
19- Muscle soléaire

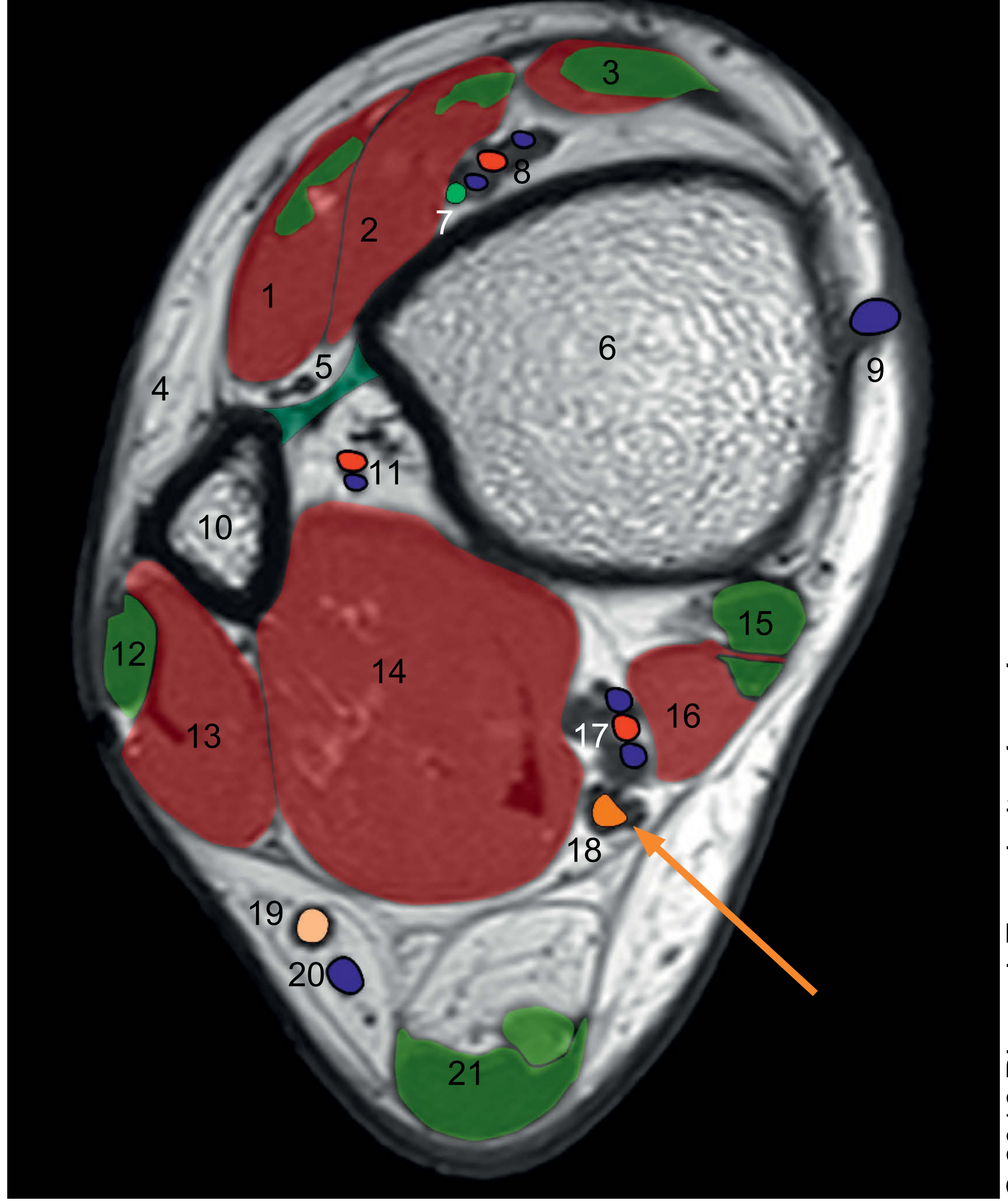
20- Muscle long extenseur de l'hallux

Figure T12. Coupes IRM au tiers distal de la jambe passant par le nerf tibial









1- Muscle long extenseur des orteils

2- Muscle long extenseur de l'hallux

3- Tendon du muscle tibial antérieur

4- Nerf fibulaire superficiel

5- Membrane interosseuse

6- Tibia

7- Nerf fibulaire profond

8- Artère et veine tibiales antérieures

9- Grande veine saphène

10- Fibula

11- Artère et veine fibulaires

12- Tendon du muscle long fibulaire

13- Muscle court fibulaire

14- Muscle long fléchisseur de l'hallux

15- Tendon du muscle tibial postérieur

16- Muscle long fléchisseur des orteils

17- Artère et veine tibiales postérieures

18- Nerf tibial

19- Nerf sural

20- Petite veine saphène

21- Tendons des muscles triceps sural et plantaire

Figure T13. Coupes IRM à la cheville passant par le nerf tibial

Pathologie

SYNDROME DU SOLÉAIRE

À la jambe, le nerf tibial chemine sous l'arcade du muscle soléaire. Cette arcade peut comprimer le nerf tibial dans différentes circonstances. Il s'agit alors d'un véritable syndrome canalaire.

Étiologie

Compression : ce syndrome canalaire est donc provoqué au niveau de la face postérieure de la jambe. Cependant, une compression canalaire pure est rare et il est important de rechercher une autre cause grâce à une imagerie appropriée (échographie ou IRM), notamment la présence d'un kyste synovial articulaire, voire d'une tumeur (Figure T14).

Signes cliniques

- Signes sensitifs : le patient se plaint d'une douleur transfixiante naissant en haut de la face postérieure de la jambe. On peut retrouver un signe de Tinel au niveau de l'arcade du muscle soléaire, réveillant la douleur. Celle-ci peut être augmentée par une flexion du pied sur la jambe, mimant un signe de Homans (le diagnostic différentiel étant la thrombose veineuse profonde). Une hypoesthésie sur le territoire du nerf tibial s'installe, sans concerner le territoire du nerf sural. Elle concerne ainsi un triangle à sommet supérieur fusant vers le bas du mollet, le talon et la plante du pied.

- Signes moteurs : aux déficits précédemment décrits s'ajoute une dénervation des muscles de la loge postérieure de la jambe, pouvant conduire à l'amyotrophie. Précocement, le patient ne peut plus se tenir debout sur la pointe des pieds. Le réflexe achilléen est ensuite aboli et, à terme, comme mentionné ci-dessus, une amyotrophie de la loge postérieure de la jambe peut s'installer.

Examens complémentaires

- L'électroneuromyogramme est peu contributif dans le cadre d'un syndrome canalaire pur.
- L'IRM est l'examen de choix pour rechercher une cause compressive extrinsèque.

Traitement

En l'absence d'élément compressif accessible à un traitement étiologique, il est conservateur avec un repos au lit et un travail de posture pour isoler des attitudes antalgiques, de la kinésithérapie… Si une compression avérée du nerf tibial est mise en évidence, l'arcade du muscle soléaire est sectionnée s'il s'agit d'un syndrome canalaire pur tandis qu'un geste d'exérèse chirurgicale sera la règle si une lésion compressive est objectivée sur l'imagerie.

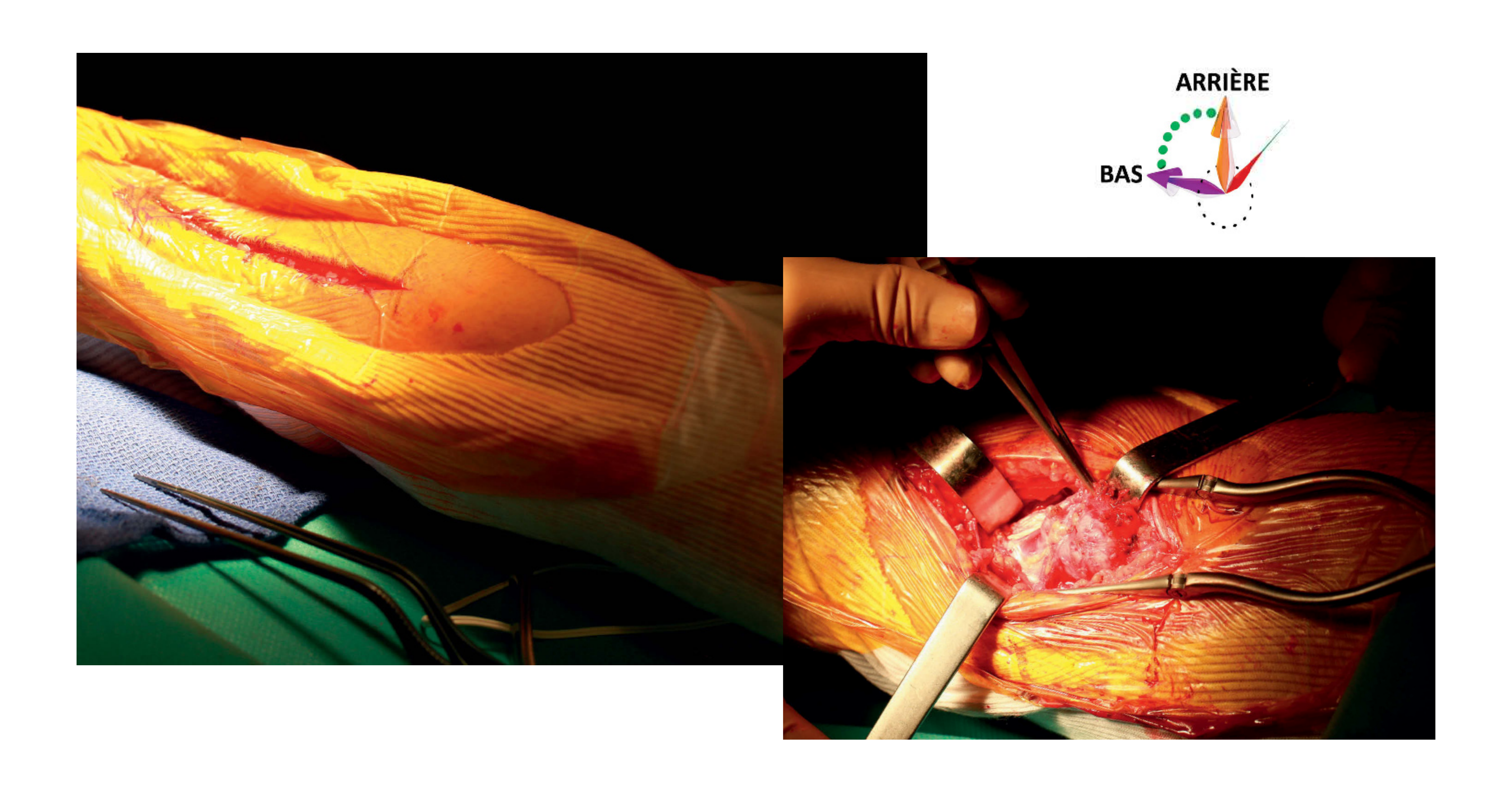


Figure T14. Exérèse d'un neurinome au niveau du creux poplité (en haut) et de la loge postérieure de jambe (en bas). Ce dernier générait des douleurs neuropathiques sur le bas du mollet et au niveau de la voûte plantaire de la jambe droite

SYNDROME DU TUNNEL TARSIEN

Il est au membre inférieur l'équivalent du syndrome du canal carpien, mais bien moins fréquent.
Le nerf tibial passe sous la malléole médiale, dans le rétinaculum des fléchisseurs, accompagné des artères et veines tibiales postérieures. Il se divise en général à ce niveau en deux branches, les nerfs plantaires médiaux et latéraux. Dans ce tunnel, les vaisseaux sont superficiels par rapport au nerf et on parle de véritable gouttière.

Étiologie

Il s'agit d'un véritable syndrome canalaire où le nerf tibial est comprimé. Des facteurs traumatiques peuvent être favorisants tels qu'une déformation post-traumatique, une pratique sportive trop intensive ou encore un processus expansif endocanalaire.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : la douleur, les paresthésies, voire les sensations de pied « en feu » (Figure T15) intéressent la plante du pied et/ou le talon. Ces territoires correspondent à l'atteinte des nerfs plantaires médial et latéral. Ces sensations sont parfois remplacées par un engourdissement, avec recrudescence nocturne des symptômes. Le patient laisse pendre le pied hors du lit, avec comme position antalgique une position en varus. Les douleurs peuvent être réveillées par un signe de Tinel sous la malléole médiale. Une hypoesthésie peut être retrouvée au niveau de la plante des pieds. Le diagnostic différentiel doit éliminer une douleur artéritique. En cas de division haute du nerf, le territoire de la douleur peut se limiter au talon ou même l'épargner.

- Signes moteurs : le nerf tibial innerve l'ensemble des muscles de la face plantaire du pied. Tardivement, un déficit peut survenir dans l'extension des orteils, la flexion du pied et son inversion. Une parésie des muscles intrinsèques du pied peut parfois exister.

Formes cliniques

Le bilan plus global doit rechercher des antécédents de micro- ou macro-traumatismes, de ténosynovite, de polyarthrite rhumatoïde, d'insuffisance rénale dialysée, de thrombose veineuse, de varices etc., tous éléments étant susceptibles d'avoir un rôle étiologique et pouvant bénéficier d'un traitement spécifique.

Examens complémentaires

- L'électroneuromyogramme confirme le plus souvent le diagnostic, tandis que l'Écho-Doppler élimine une pathologie vasculaire, en cas de doute persistant.
- Les radiographies permettent d'évaluer l'environnement osseux.
- L'IRM peut être pratiquée dans la recherche de pathologies associées et plus particulièrement d'une pathologie intrinsèque du nerf (tumeur, lésion kystique intraneurale, etc.) ou d'une anomalie musculaire (Figure T15).

Traitement

Le traitement conservateur inclut des infiltrations locales. Il dépend de la présence éventuelle d'un facteur déclenchant.
Le traitement chirurgical donne les meilleurs résultats : 98 % de bons ou excellents résultats à un an, avec moins d'1 % de récidive s'il s'agit d'un syndrome canalaire pur. La chirurgie consiste à fendre le rétinaculum à la face interne de la malléole pour libérer le nerf (Figure T16).



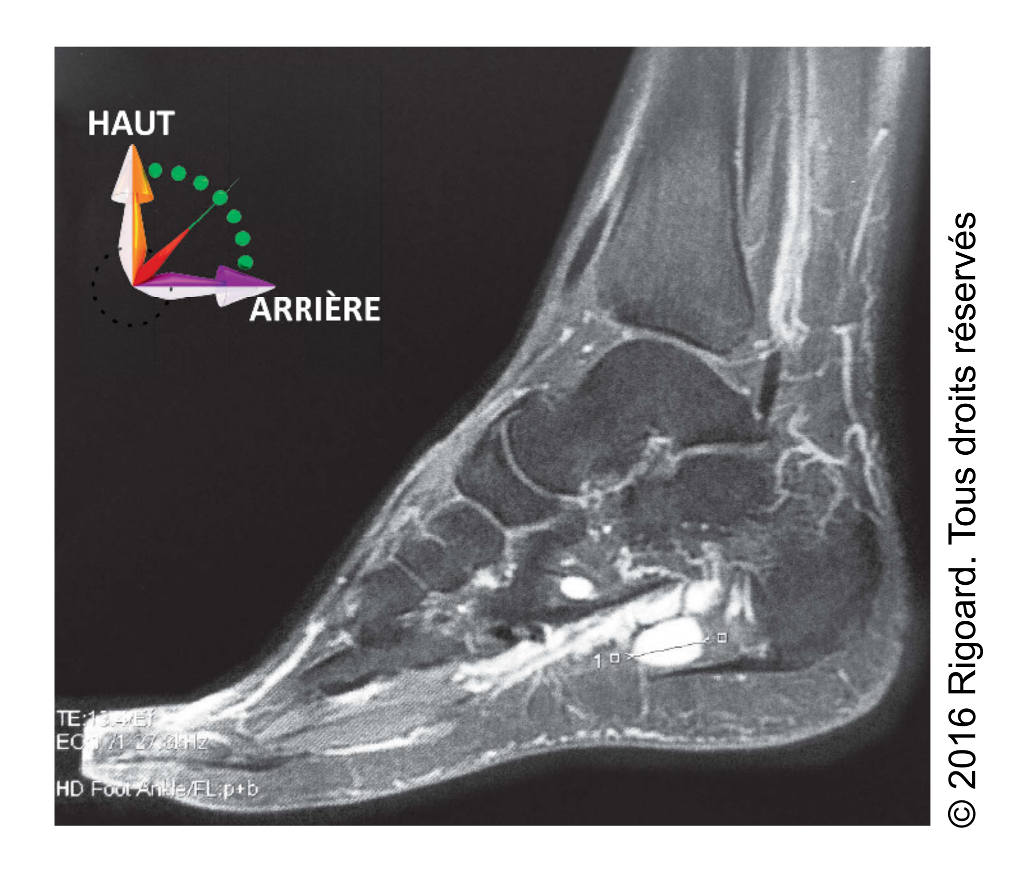
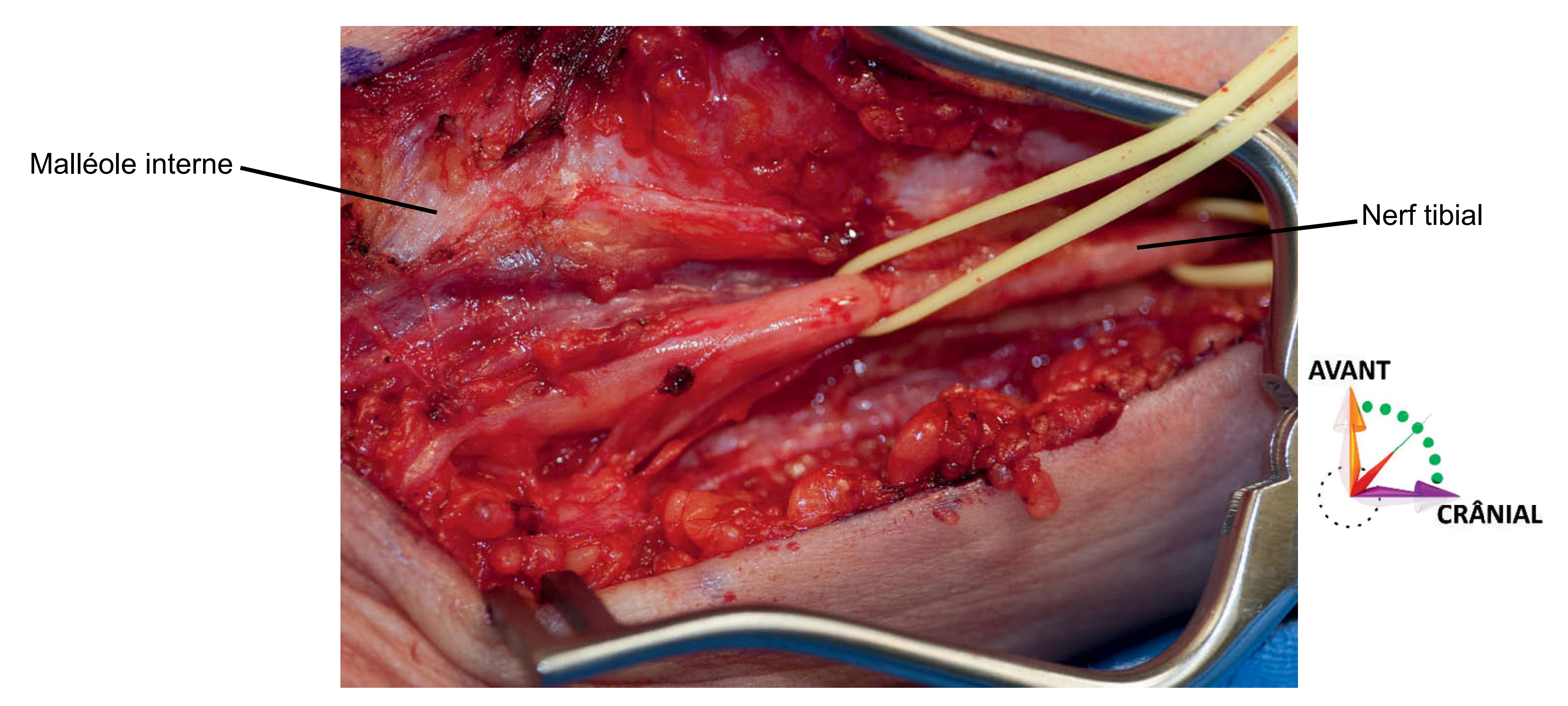


Figure T15. Patiente présentant des douleurs neuropathiques avérées sous la plante du pied. L'IRM réalisée met en évidence un chapelet de lésions neurinomateuses aux dépens des branches des nerfs plantaires.



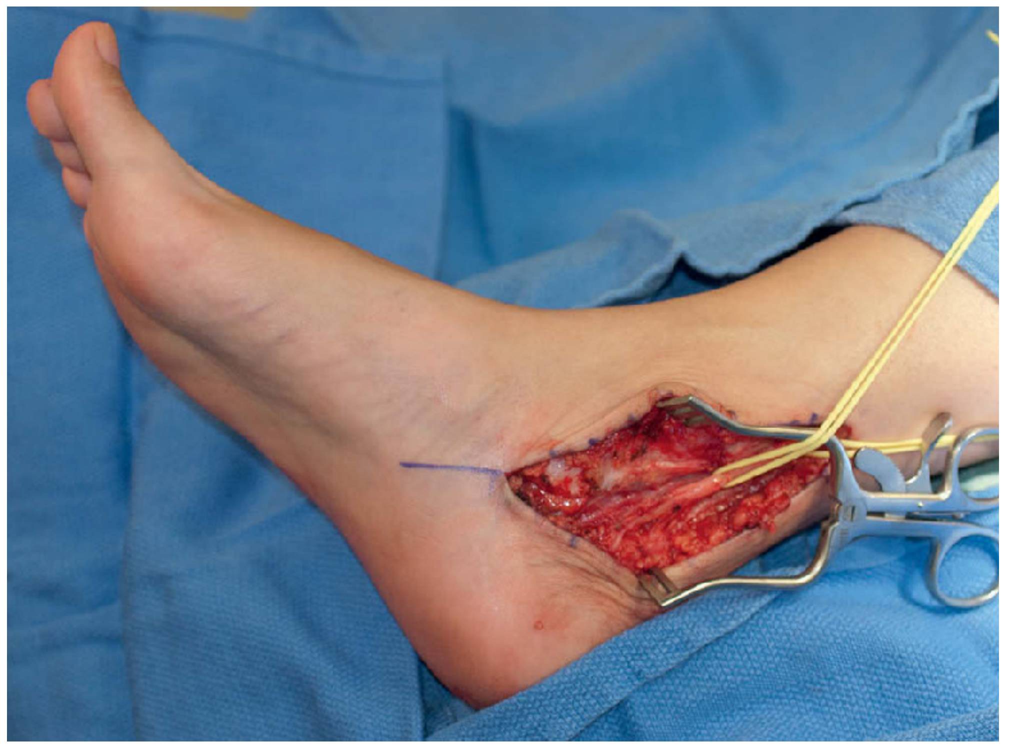




Figure T16. Quelques illustrations de la pathologie du nerf tibial et abord chirurgical à la cheville

Page blanche


T11
T12
L1
L2
L3
L4

Données morphologiques

Le nerf fibulaire commun (ancien nerf sciatique poplité externe) est un nerf mixte qui constitue la branche terminale latérale du nerf sciatique. Il innerve les muscles de la loge antéro-latérale de la jambe et la face dorsale du pied, essentiellement par l'intermédiaire de ses branches terminales, les nerfs fibulaires profond et superficiel.

ORIGINE

Le nerf fibulaire commun est constitué des racines L4, L5, S1 et S2 (Figures Fi1, Fi2). Il naît du tronc du nerf sciatique au niveau de la fosse poplitée, dans son angle supérieur. Il répond alors médialement au nerf tibial, branche terminale médiale et principale du nerf sciatique (Vidéo 75).

TRAJET

Il se dirige en bas et latéralement dans la fosse poplitée. Il répond alors : médialement au nerf tibial et latéralement au muscle biceps fémoral en haut pour contourner par le bas son insertion fibulaire (Figure Fi3). Il passe ensuite au-dessus de l'insertion proximale du muscle gastrocnémien latéral, en décochant en général à ce niveau le nerf cutané sural latéral (Figure Fi3).
Le nerf fibulaire contourne ensuite la tête de la fibula, entre le tendon du biceps fémoral en haut et le gastrocnémien latéral en bas (Figures Fi3, Fi4). Il passe à travers le septum intermusculaire crural postérieur pour se retrouver à la face profonde du muscle long fibulaire et se diviser en nerf fibulaire superficiel et nerf fibulaire profond (Figure Fi5) (Vidéo 76).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Dans la fosse poplitée, le nerf fibulaire commun répond médialement aux vaisseaux poplités situés sur l'axe médian du membre (Figure T5, p. 240).
À la jambe, le nerf fibulaire superficiel répond latéralement au rameau perforant de l'artère fibulaire.
À la face antéro-latérale de la jambe, le nerf fibulaire profond répond médialement puis latéralement à l'artère tibiale antérieure qu'il croise en avant (Figures Fi4, Fi6) (Vidéo 77).

BRANCHES COLLATÉRALES

Le nerf fibulaire décoche :
- un rameau communicant fibulaire pour s'anastomoser avec le nerf cutané sural médial, branche du nerf tibial ;
- le nerf cutané sural latéral destiné à la peau ;
- un rameau pour l'articulation du genou ;
- des branches destinées au muscle tibial antérieur, qui naissent peu avant la division du nerf fibulaire (Vidéo 78).

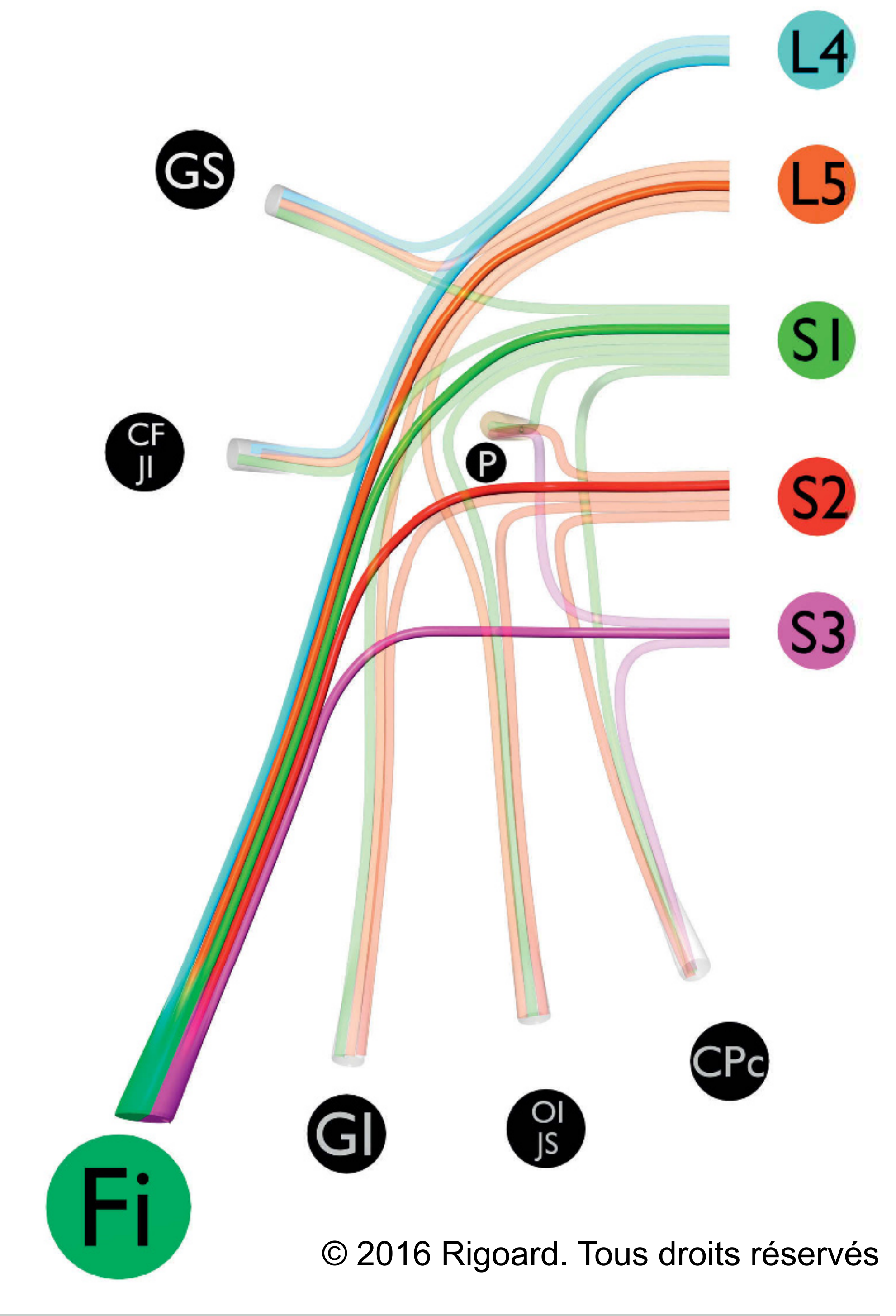


Figure Fi1. Origine du nerf fibulaire

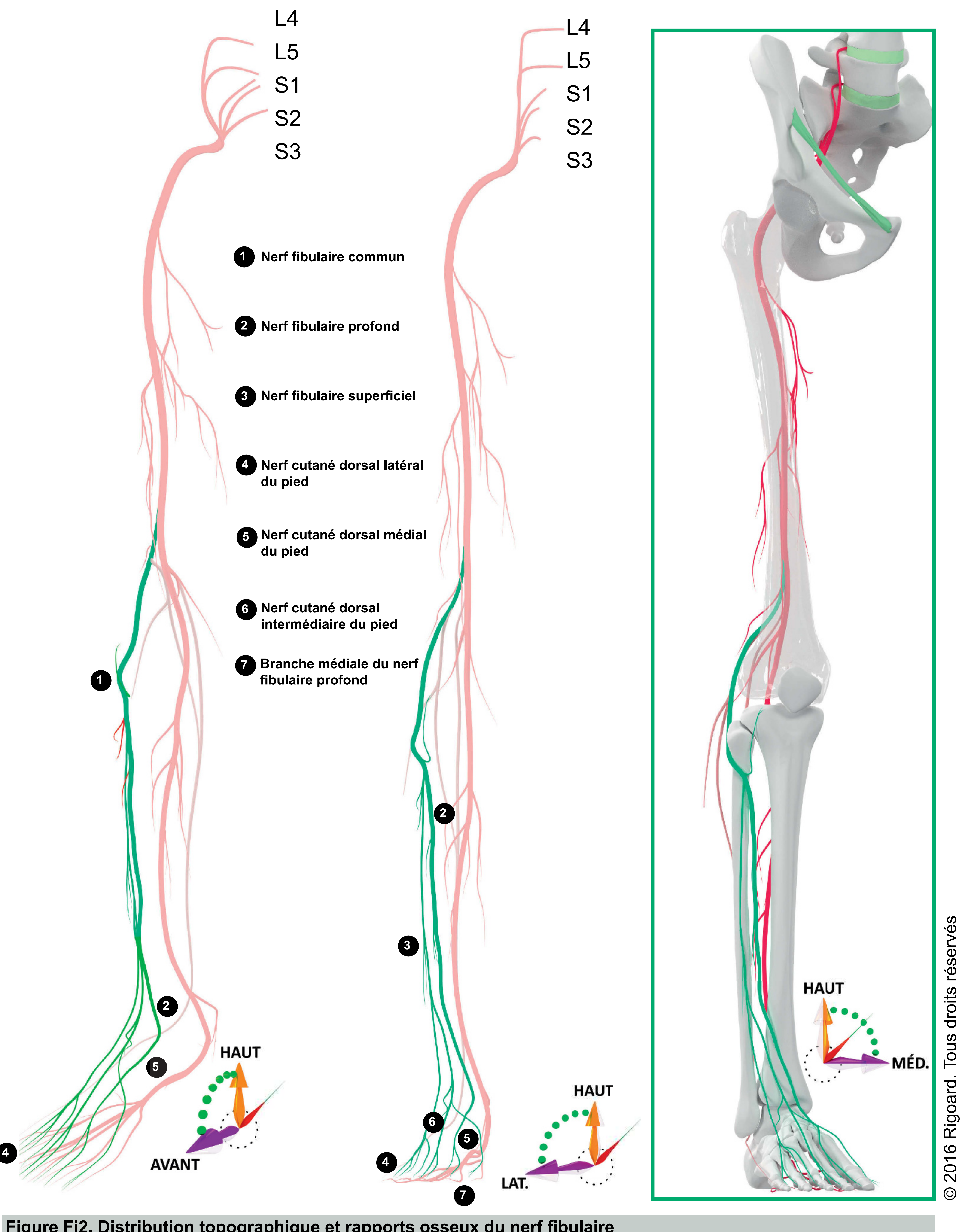
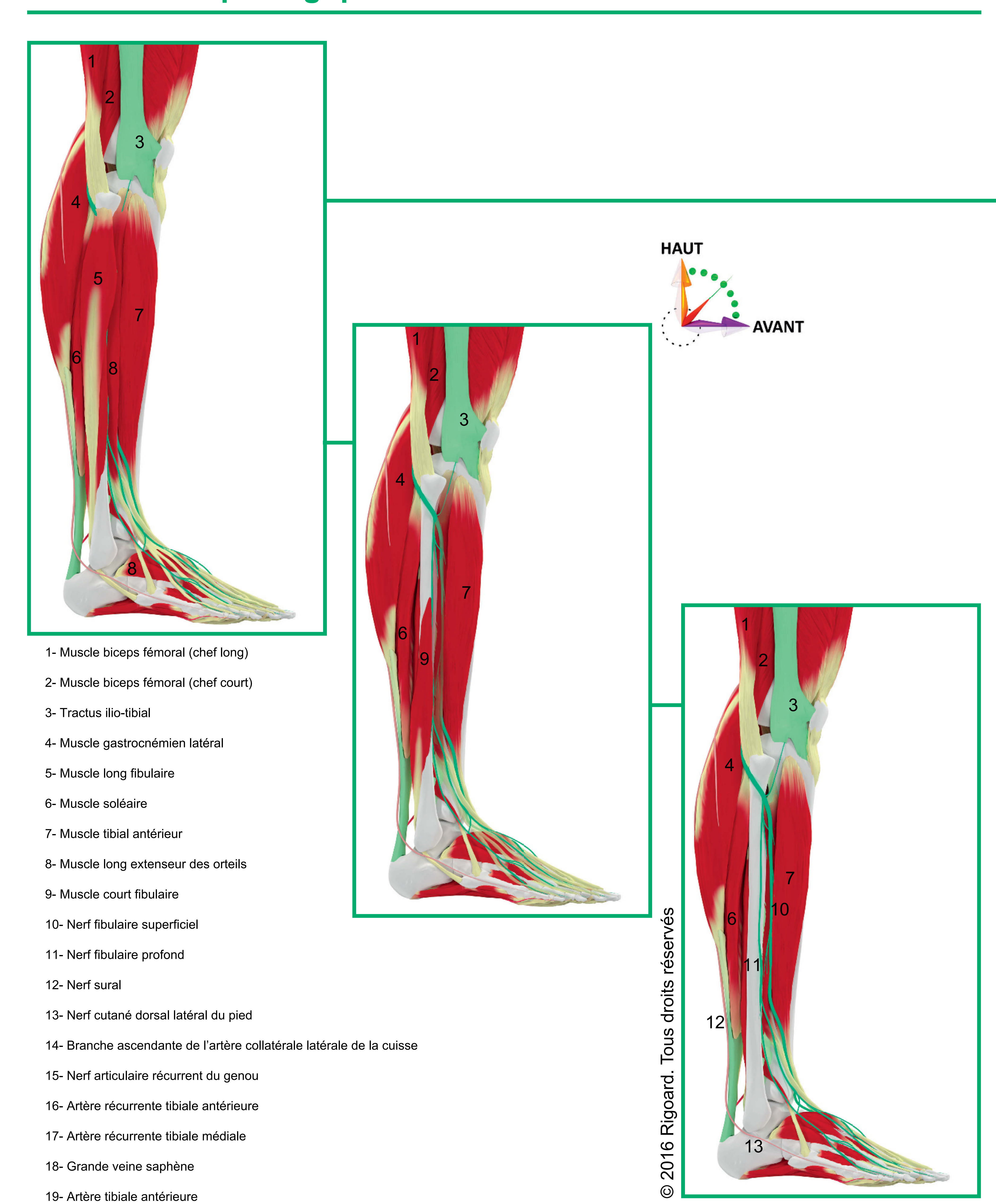


Figure Fi2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf fibulaire

Données morphologiques au col de la fibula



1- Muscle biceps fémoral (chef long)
2- Muscle biceps fémoral (chef court)
3- Tractus ilio-tibial
4- Muscle gastrocnémien latéral
5- Muscle long fibulaire
6- Muscle soléaire
7- Muscle tibial antérieur
8- Muscle long extenseur des orteils
9- Muscle court fibulaire
10- Nerf fibulaire superficiel
11- Nerf fibulaire profond
12- Nerf sural
13- Nerf cutané dorsal latéral du pied
14- Branche ascendante de l'artère collatérale latérale de la cuisse
15- Nerf articulaire récurrent du genou
16- Artère récurrente tibiale antérieure
17- Artère récurrente tibiale médiale
18- Grande veine saphène
19- Artère tibiale antérieure

Figure Fi3. Rapports musculaires du nerf fibulaire au col de la fibula et au niveau de la loge antérieure de la jambe (vue latérale, de la superficie à la profondeur)

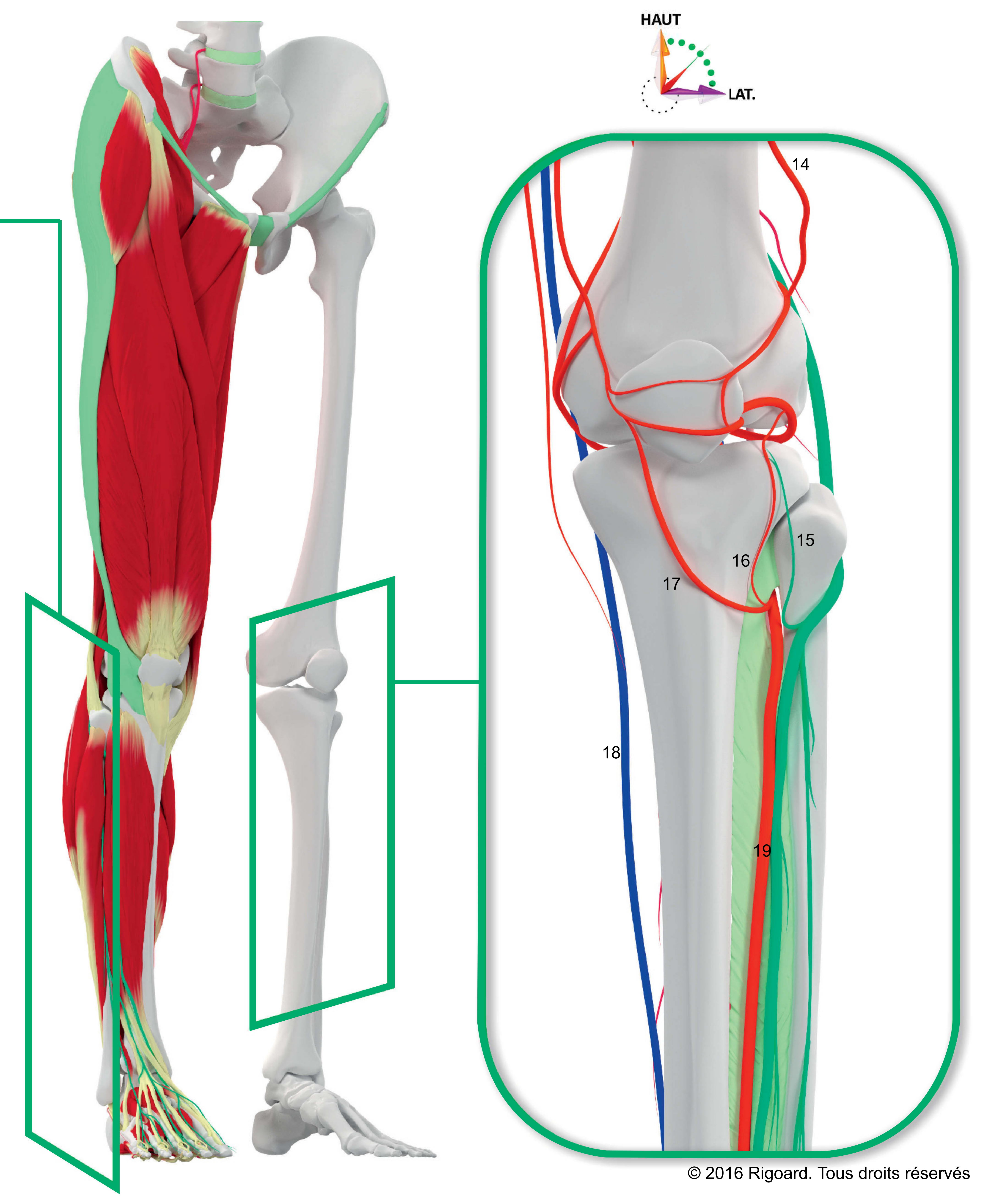
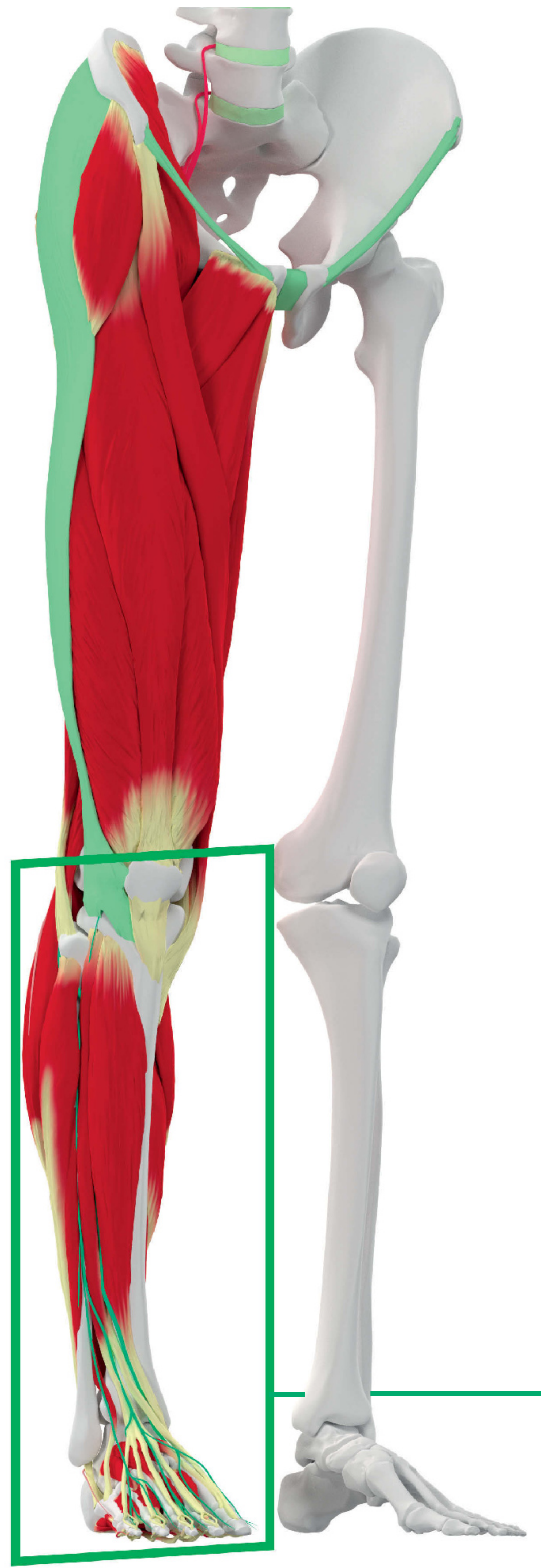


Figure Fi4. Rapports vasculo-nerveux du nerf fibulaire au col de la fibula et au niveau de la loge antérieure de la jambe (vue antérieure)

Données morphologiques à la jambe





1- Tractus ilio-tibial
2- Ligament patellaire
3- Muscle tibial antérieur
4- Muscle long fibulaire
5- Tibia
6- Muscle gastrocnémien médial
7- Muscle soléaire
8- Muscle long fléchisseur des orteils
9- Muscle long extenseur de l'hallux
10- Muscle long extenseur des orteils
11- Nerf fibulaire superficiel
12- Nerf fibulaire profond
13- Nerf cutané dorsal intermédiaire
14- Nerf cutané dorsal médial
15- Nerf cutané dorsal latéral
16- Branche latérale du nerf fibulaire profond
17- Branche médiale du nerf fibulaire profond

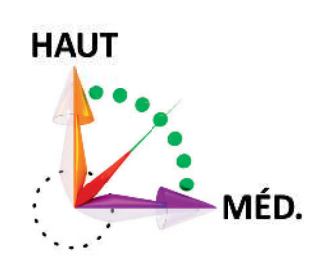


Figure Fi5. Rapports musculaires du nerf fibulaire à la jambe

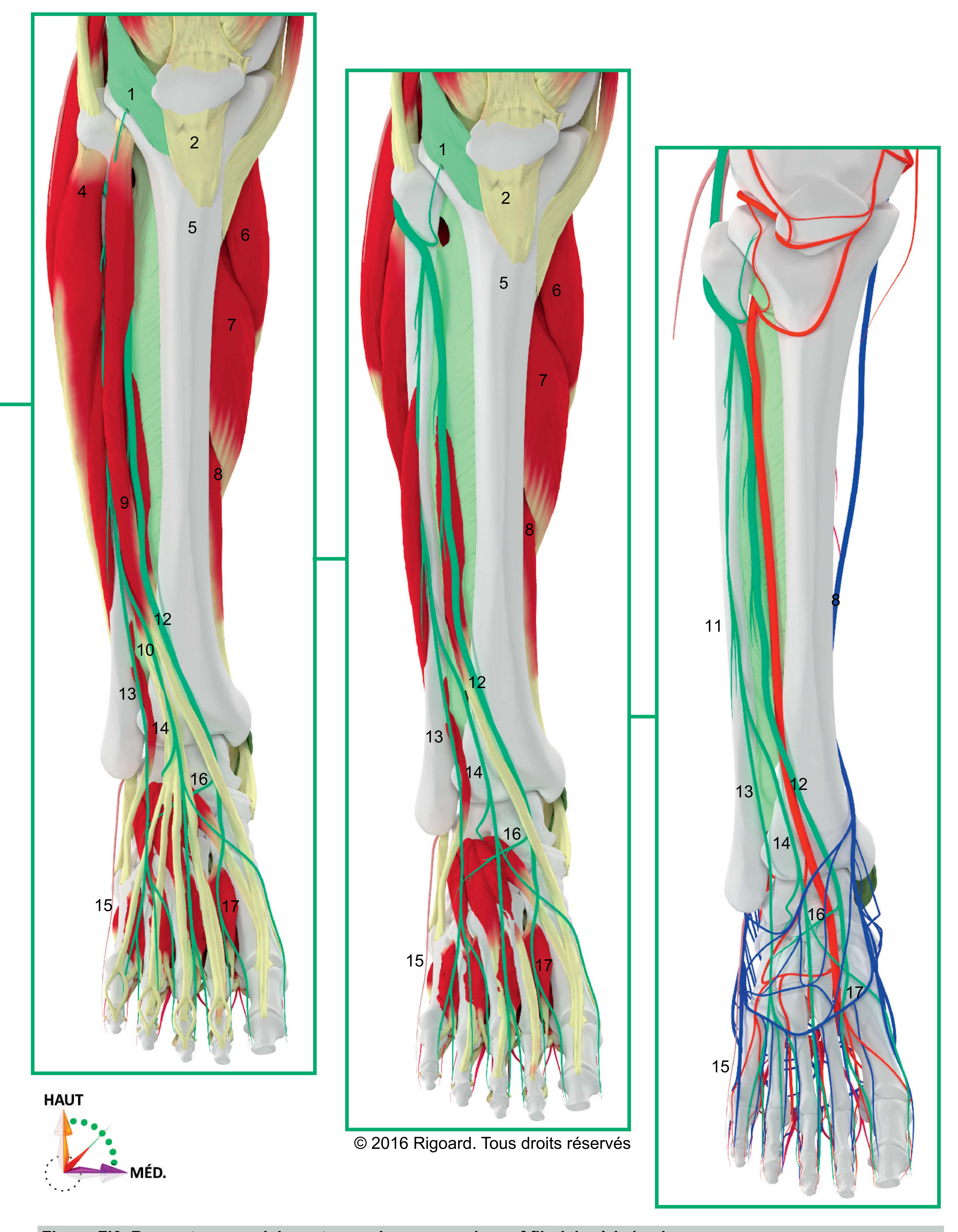


Figure Fi6. Rapports musculaires et vasculo-nerveux du nerf fibulaire à la jambe

Données morphologiques - Synthèse

BRANCHES TERMINALES

Le nerf fibulaire se divise en deux branches terminales entre les deux insertions du muscle long fibulaire. Il donne le nerf fibulaire superficiel, qui est latéral, et le nerf fibulaire profond, qui est médial (Figure Fi2).

Le nerf fibulaire superficiel (ancien nerf musculo-cutané) chemine à la face profonde du muscle long fibulaire puis entre les muscles long et court fibulaires latéralement, et long extenseur des orteils médialement. Il perfore l'aponévrose intermusculaire antérieure au tiers inférieur de la jambe pour donner des branches à destinée cutanée. Sur son trajet, le nerf fibulaire superficiel donne des branches collatérales, musculaires destinées aux muscles longs et court fibulaires, puis des branches cutanées (nerfs cutanés dorsaux latéraux) notamment destinées à la malléole latérale (Figure Fi5).
Le nerf fibulaire superficiel se divise ensuite en deux branches terminales, en avant du rétinaculum des extenseurs (Figure Fi6) :
- la branche médiale donne le nerf digital dorsal médial de l'hallux, un rameau destiné au premier espace interosseux qui se divise en nerfs digitaux collatéraux dorsaux latéral du I et médial du II, et un troisième rameau destiné au deuxième espace interosseux. Il forme les nerfs digitaux dorsaux latéral du II et médial du III ;
- la branche latérale suit le même trajet pour donner les rameaux des troisième et quatrième espaces interosseux. Elle donne ainsi les nerfs digitaux dorsaux latéral du III, médial du IV, latéral du IV et médial du V. On l'appelle le nerf cutané dorsal intermédiaire du pied.

Le nerf fibulaire profond (ancien nerf tibial antérieur) naît également entre les deux insertions du muscle long fibulaire. Il contourne le col de la fibula, puis chemine ensuite à la face profonde du muscle long extenseur commun des orteils pour rejoindre l'artère tibiale antérieure juste en avant de la membrane interosseuse, au tiers supérieur de la jambe (Figure Fi4). Il forme avec elle un paquet vasculo-nerveux tibial antérieur jusqu'à la cheville où il se divise en branche terminale latérale et médiale.
À la face antérieure de la jambe, le nerf fibulaire profond répond médialement à l'artère tibiale antérieure, et latéralement au muscle long extenseur des orteils (Figure Fi6). En avant, on retrouve médialement le muscle tibial antérieur et latéralement le muscle long extenseur des orteils. Dans la partie inférieure de la jambe, le muscle long extenseur de l'hallux, qui était latéral, vient recouvrir le pédicule vasculo-nerveux.

Le nerf fibulaire profond décoche des branches collatérales :
- musculaires, destinées aux muscles tibial antérieur, long extenseur des orteils, long extenseur de l'hallux, long et court fibulaires (Figure Fi7) ;
- articulaires, pour l'articulation tibio-tarsienne.
Il se termine après être passé sous le rétinaculum des extenseurs, en deux branches, latérale et médiale.
La branche médiale prolonge le trajet de l'artère dorsale du pied (ancienne artère pédieuse) en restant latérale à celle-ci, jusqu'au premier espace interosseux. Elle se divise alors pour suppléer ou remplacer les nerfs digitaux dorsaux latéral du I et médial du II. L'innervation cutanée des orteils par ces rameaux reste inconstante.
La branche latérale passe sous l'artère dorsale du tarse et sous le muscle court extenseur de l'hallux qu'elle innerve ainsi que l'extenseur de l'hallux (Figure Fi6) (Vidéo 79).

FONCTION MOTRICE

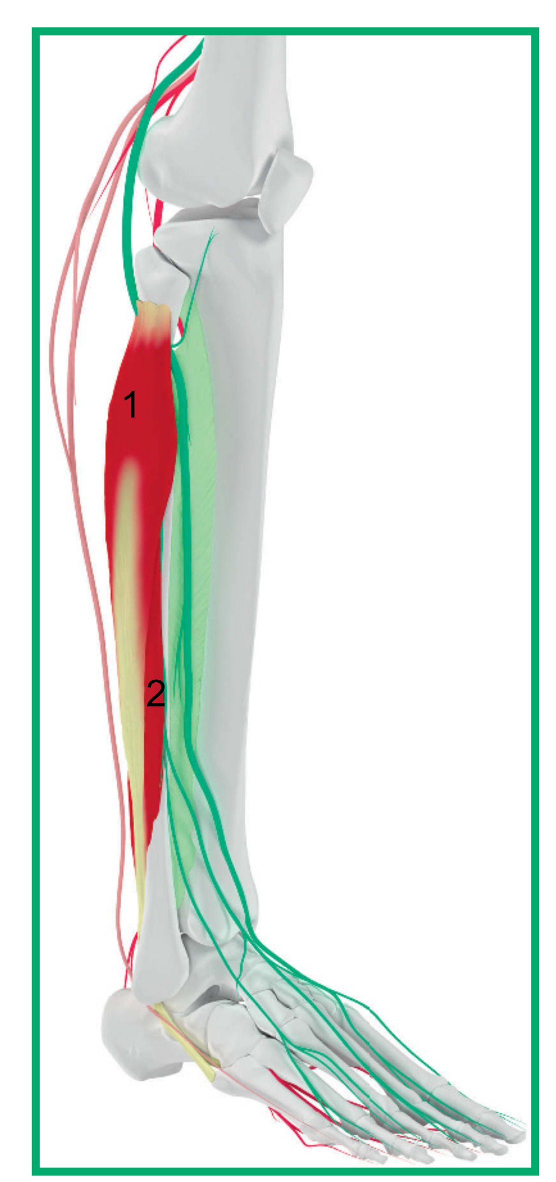
Le nerf fibulaire innerve les muscles de la loge antéro-latérale de la jambe (Figure Fi7) : tibial antérieur, long extenseur des orteils, long extenseur de l'hallux, long et court fibulaires ; ainsi que les muscles de la face dorsale du pied : court extenseur des orteils et court extenseur de l'hallux.
Il assure ainsi la flexion du pied sur la jambe, l'éversion du pied et l'extension des orteils (Vidéo 80).

FONCTION SENSITIVE

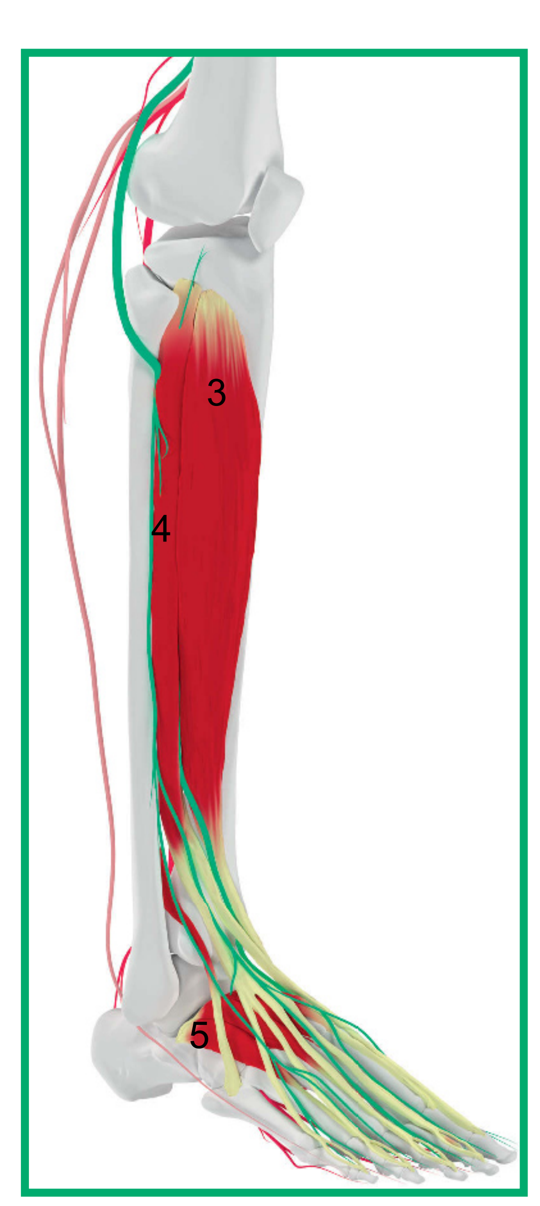
La fonction sensitive du nerf fibulaire provient principalement du nerf fibulaire superficiel (Figure Fi7). Son territoire concerne la face dorsale du pied, sous les territoires des nerfs saphène et cutané sural latéral, et médialement par rapport au territoire du nerf sural. La branche distale médiale sensitive du nerf fibulaire profond prend en charge l'innervation du premier espace interdigital (Vidéo 81).

ANASTOMOSES

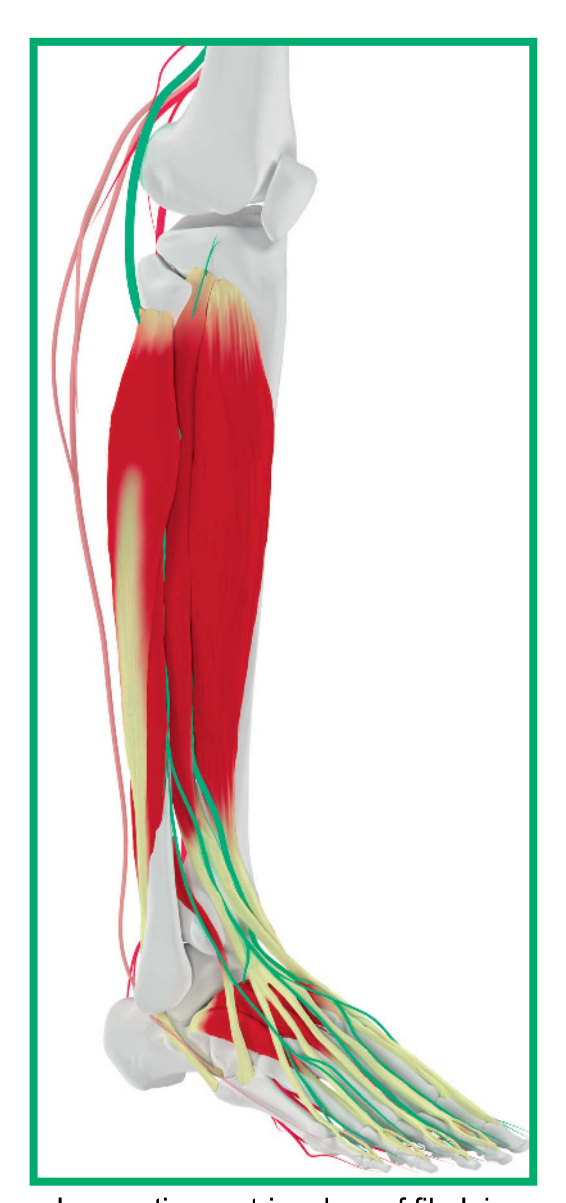
Le nerf fibulaire peut s'anastomoser, directement ou par l'intermédiaire de ses branches terminales, avec :
- le nerf tibial ;
- le nerf sural par le rameau communicant fibulaire (cette anastomose est pratiquement constante) ;
- le nerf saphène ;
- et le nerf cutané latéral de la cuisse.



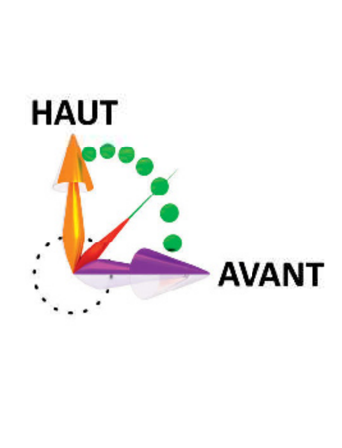

Innervation motrice de la branche superficielle



Innervation motrice de la branche profonde



Innervation motrice du nerf fibulaire



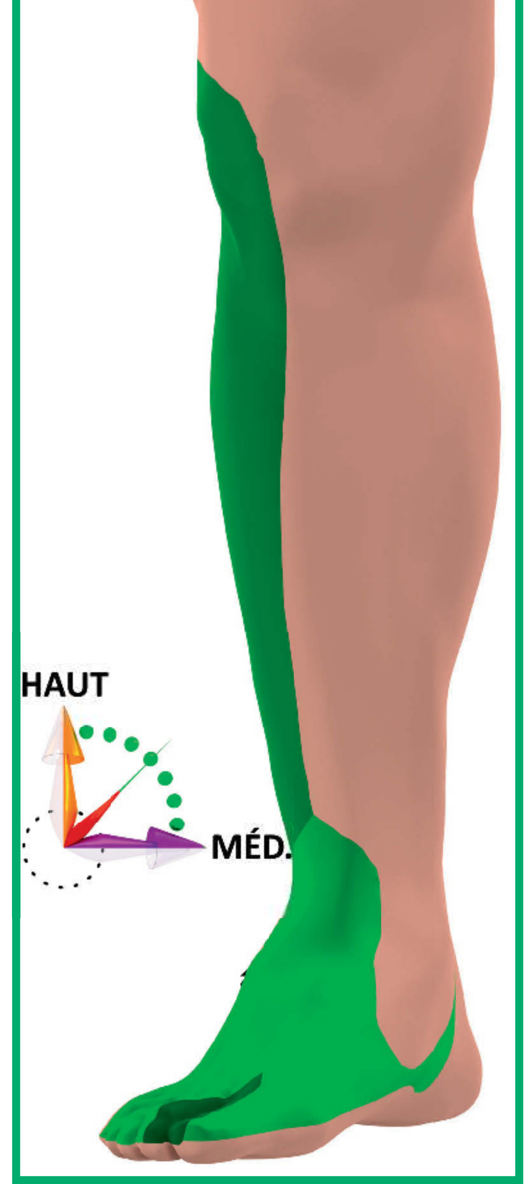
1- Muscle long fibulaire

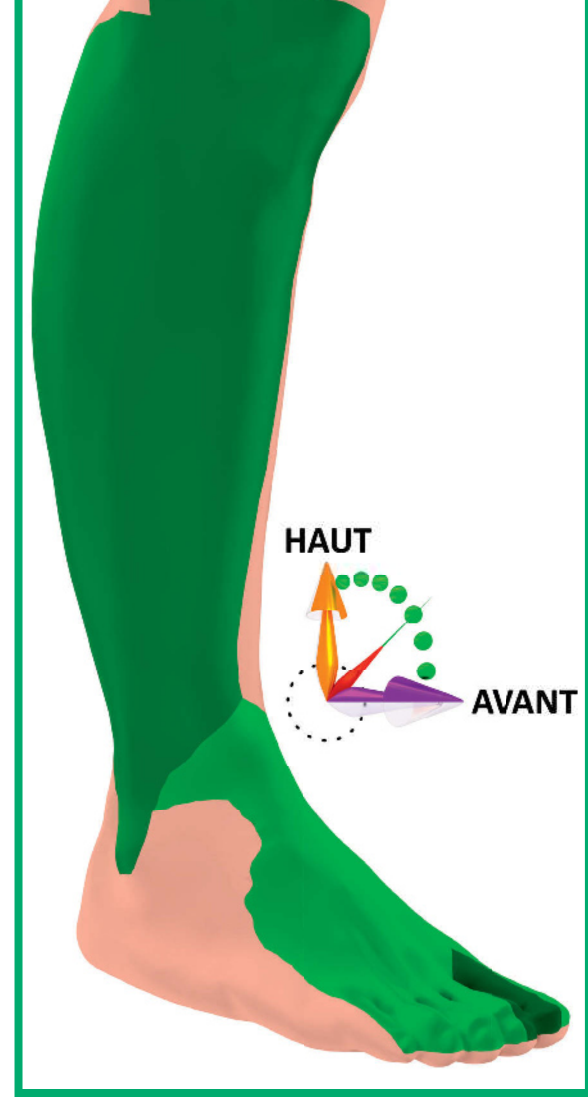
2- Muscle court fibulaire

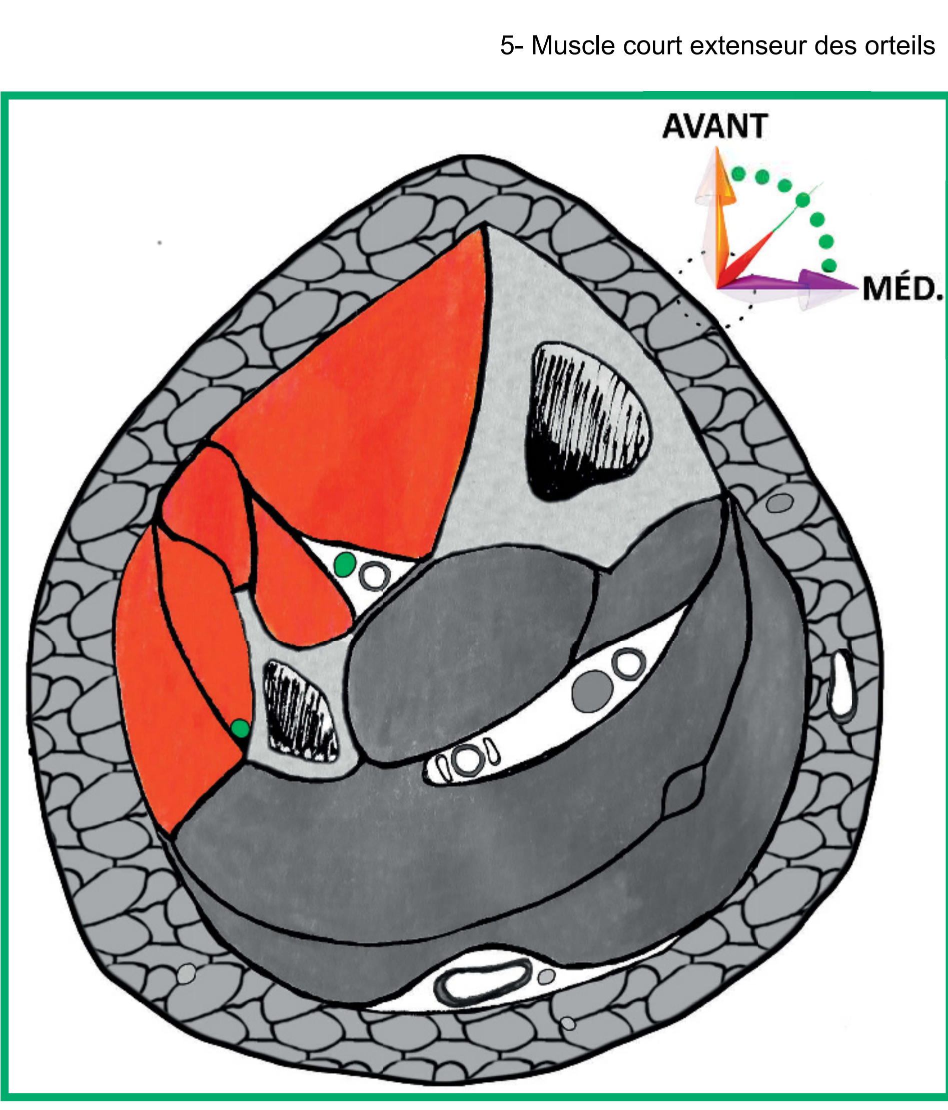
3- Muscle tibial antérieur

4- Muscle long extenseur des orteils

5- Muscle court extenseur des orteils







Nerf cutané sural latéral

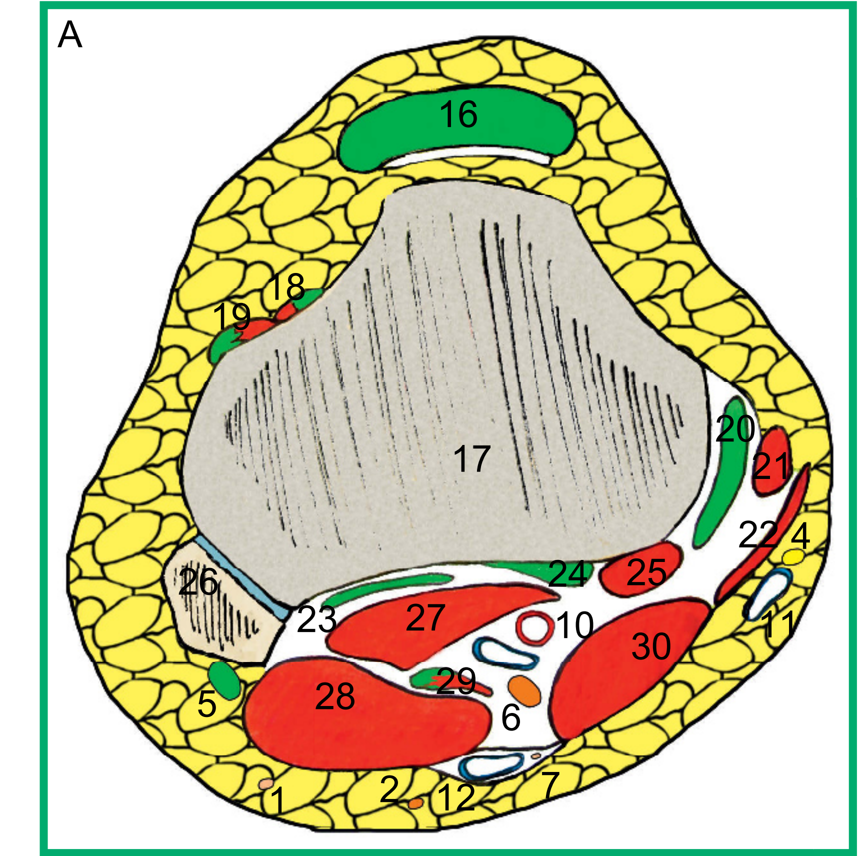
Nerf fibulaire superficiel

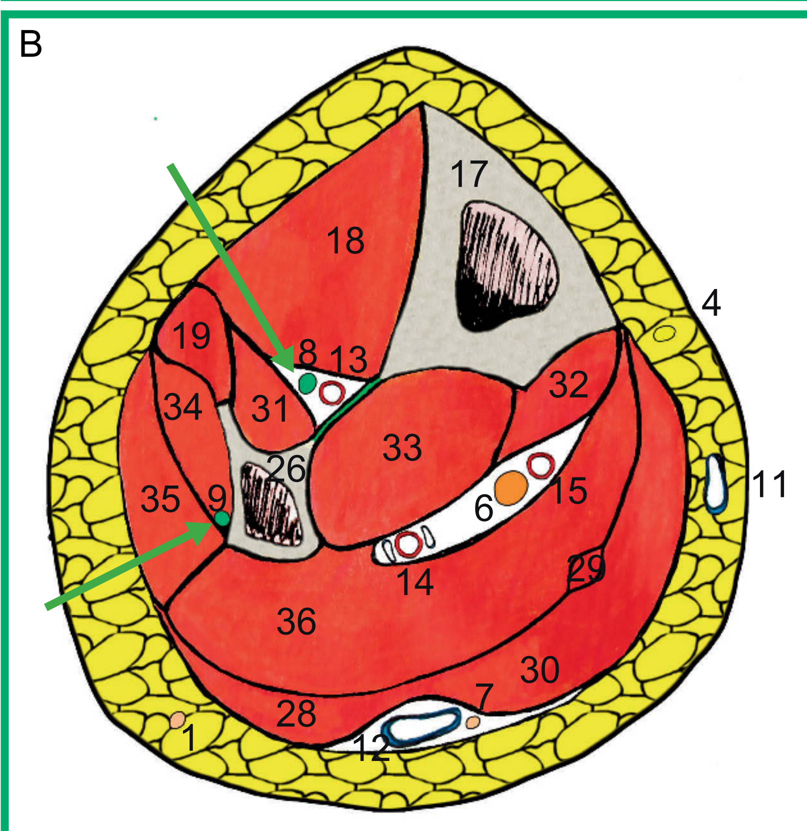
Nerf fibulaire profond

Figure Fi7. Innervation motrice et sensitive du nerf fibulaire

Données morphologiques - Coupes

1- Nerf cutané sural latéral
2- Rameau communicant fibulaire
3- Nerf cutané sural médial
4- Nerf saphène
5- Nerf fibulaire
6- Nerf tibial
7- Nerf sural
8- Nerf fibulaire profond
9- Nerf fibulaire superficiel
10- Artère et veine poplitées
11- Grande veine saphène
12- Petite veine saphène
13- Artère tibiale antérieure
14- Artère et veine fibulaires
15- Artère tibiale postérieure
16- Ligament patellaire du muscle quadriceps
17- Tibia
18- Muscle tibial antérieur
19- Muscle long extenseur des orteils
20- Ligament collatéral tibial
21- Muscle gracile
22- Muscle sartorius
23- Bourse séreuse
24- Ligament croisé postérieur
25- Muscle semi-membraneux
26- Fibula
27- Muscle poplité
28- Chef latéral du muscle gastrocnémien
29- Muscle plantaire
30- Chef médial du muscle gastrocnémien
31- Muscle long extenseur de l'hallux
32- Muscle long fléchisseur des orteils
33- Muscle tibial postérieur
34- Muscle court fibulaire
35- Muscle long fibulaire
36- Muscle soléaire
37- Muscle long fléchisseur de l'hallux
38- Tendon calcanéen
39- Muscle triceps sural





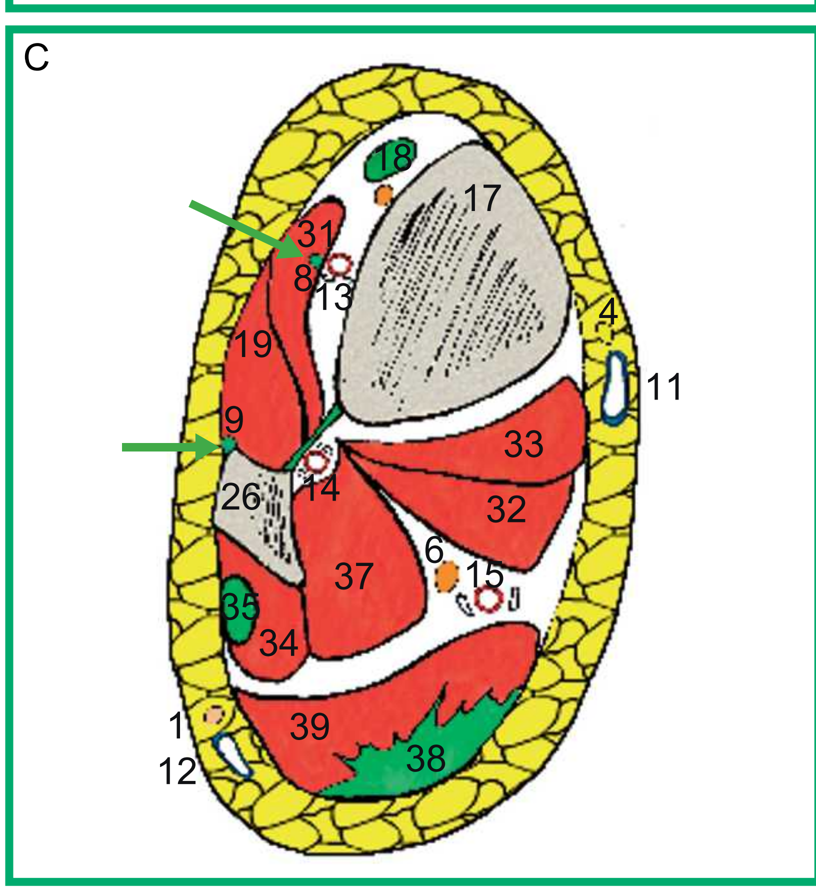
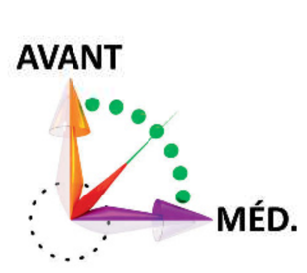


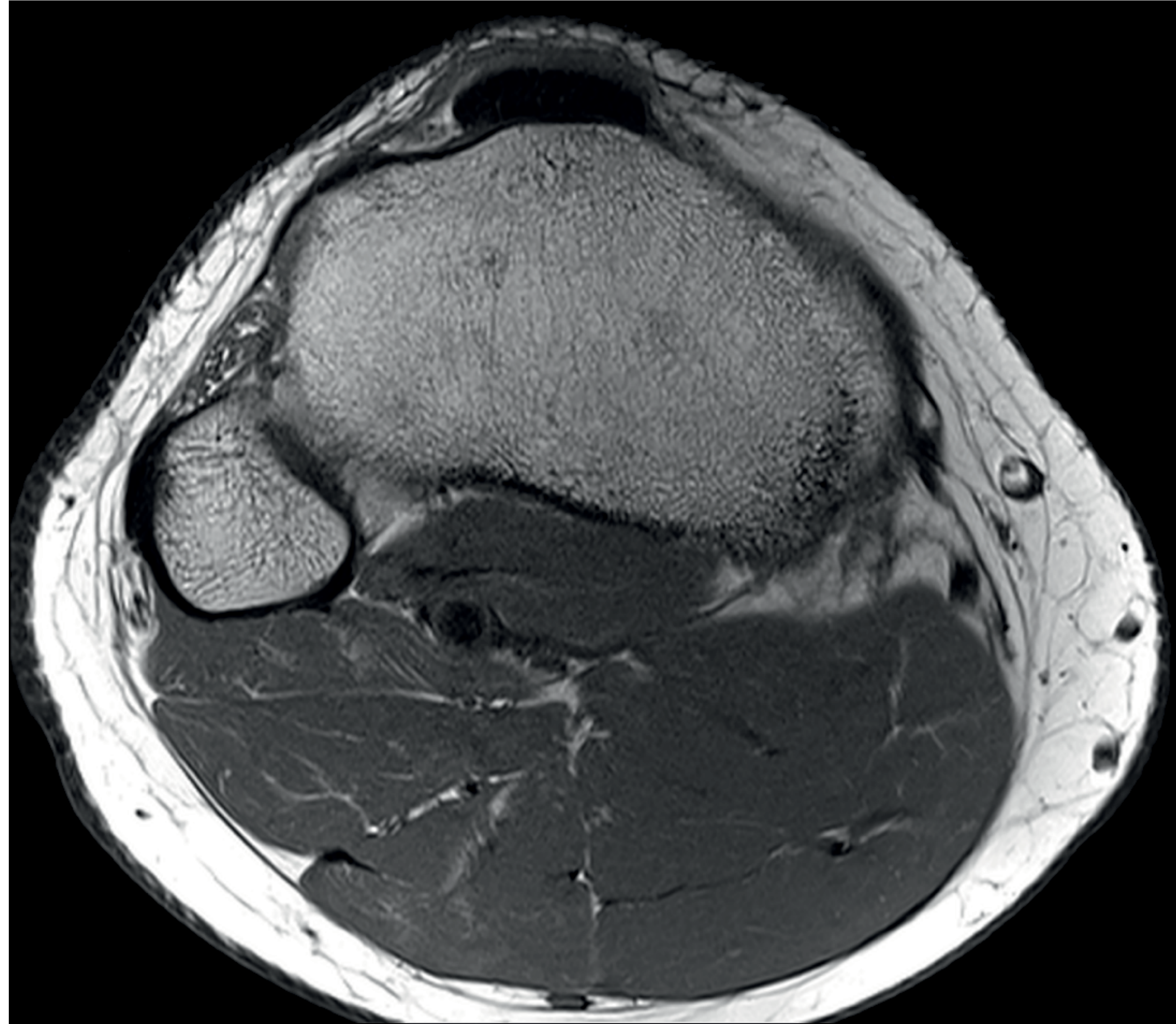


Figure Fi8. Rapports du nerf fibulaire à la jambe, en coupes axiales

Données morphologiques - IRM







1- Ligament patellaire

2- Bourse synoviale infra-patellaire

3- Tibia

4- Fibula

5- Muscle poplité

6- Nerf fibulaire commun

7- Artère et veine tibiales postérieures

8- Nerf tibial

9- Grande veine saphène

10- Muscle soléaire

11- Muscle gastrocnémien latéral

12- Muscle gastrocnémien médial

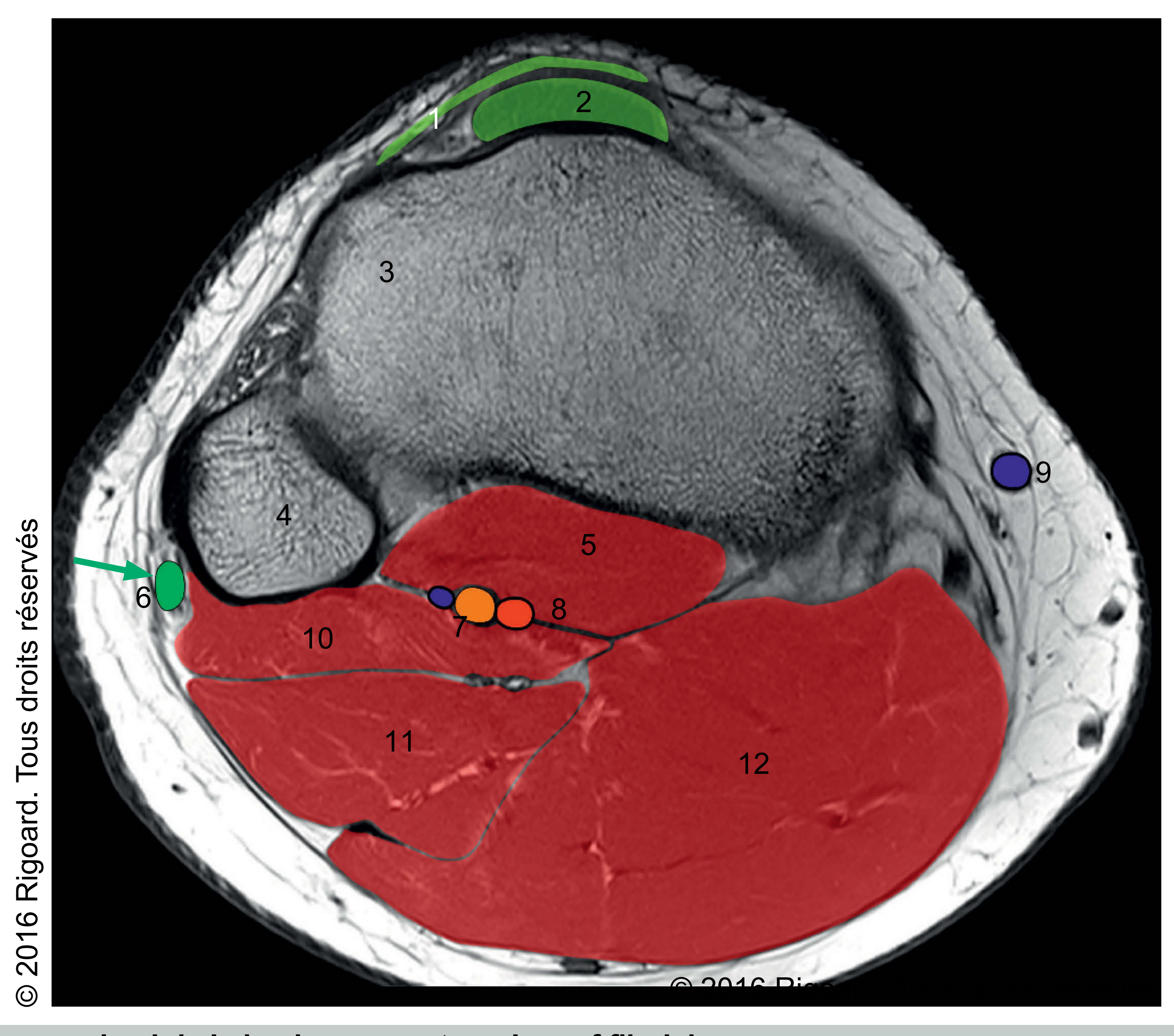
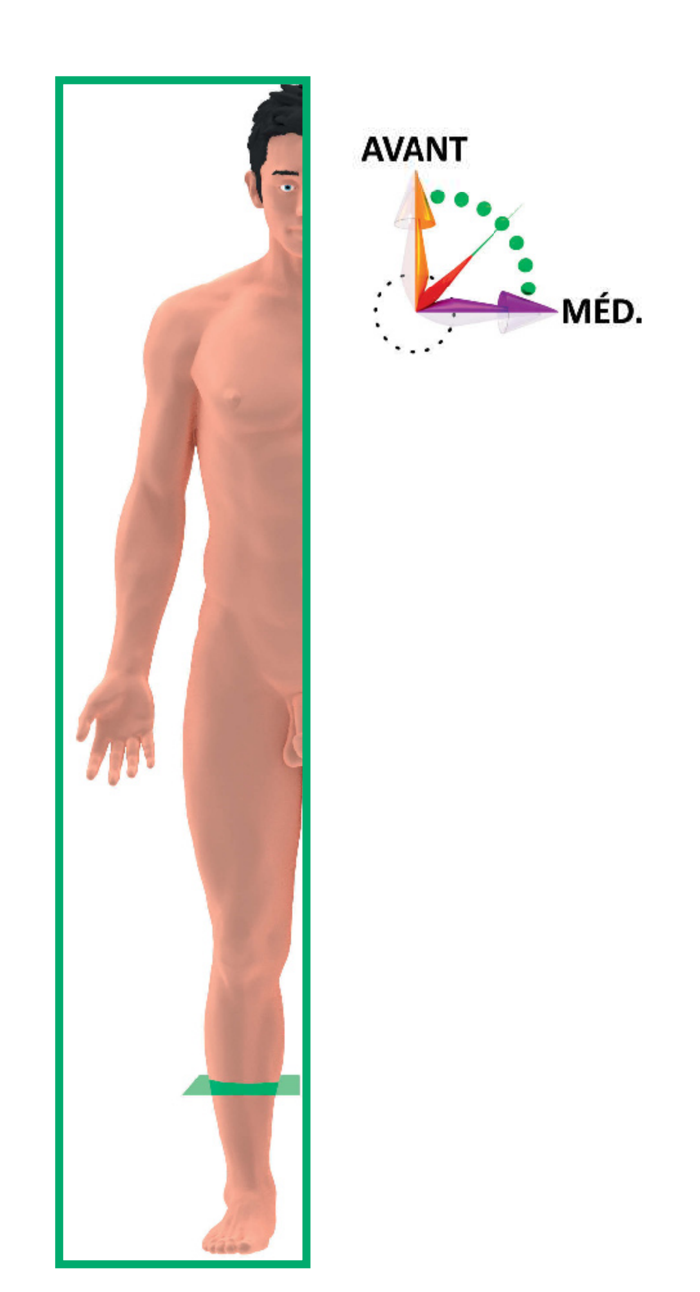
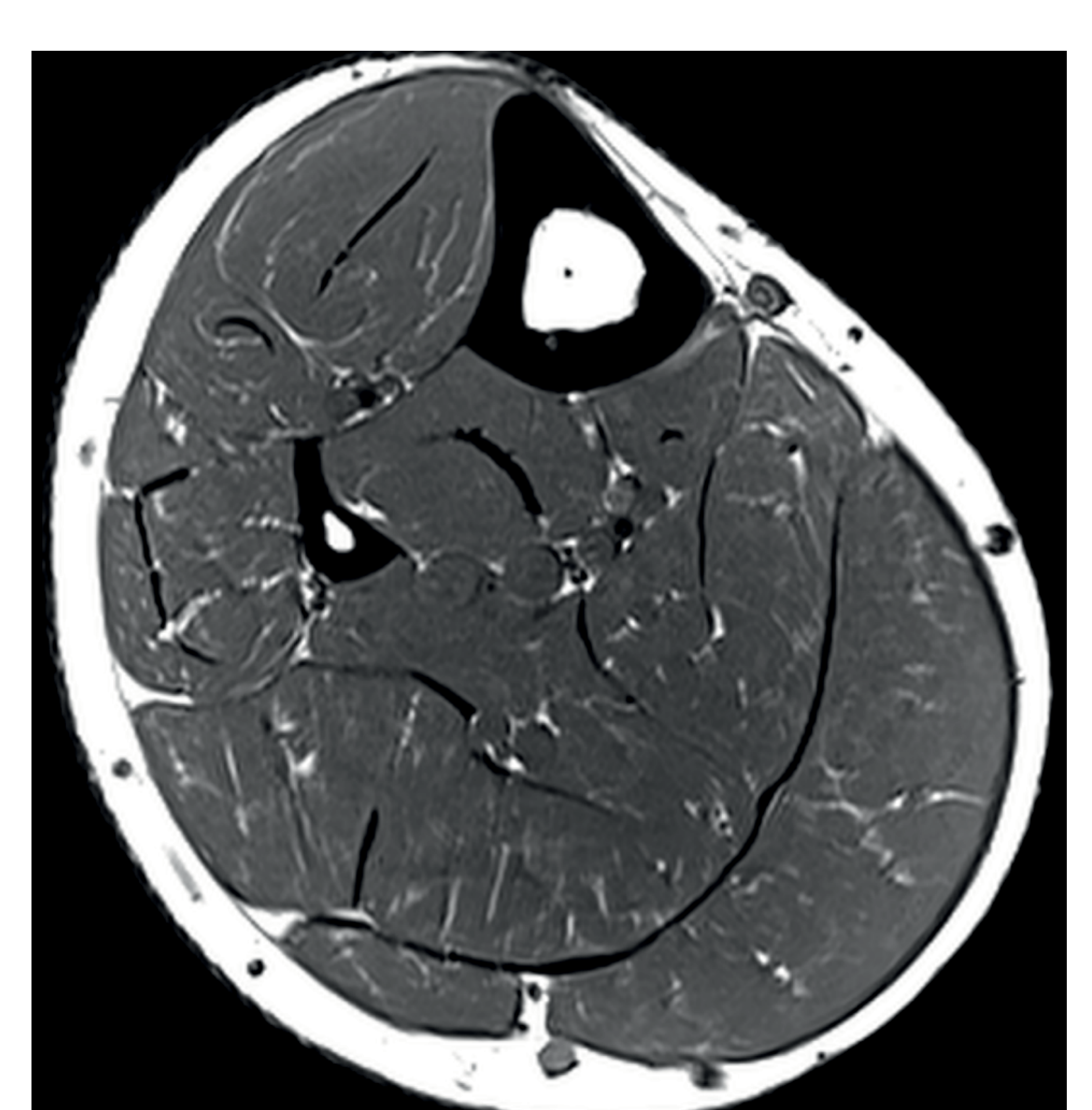
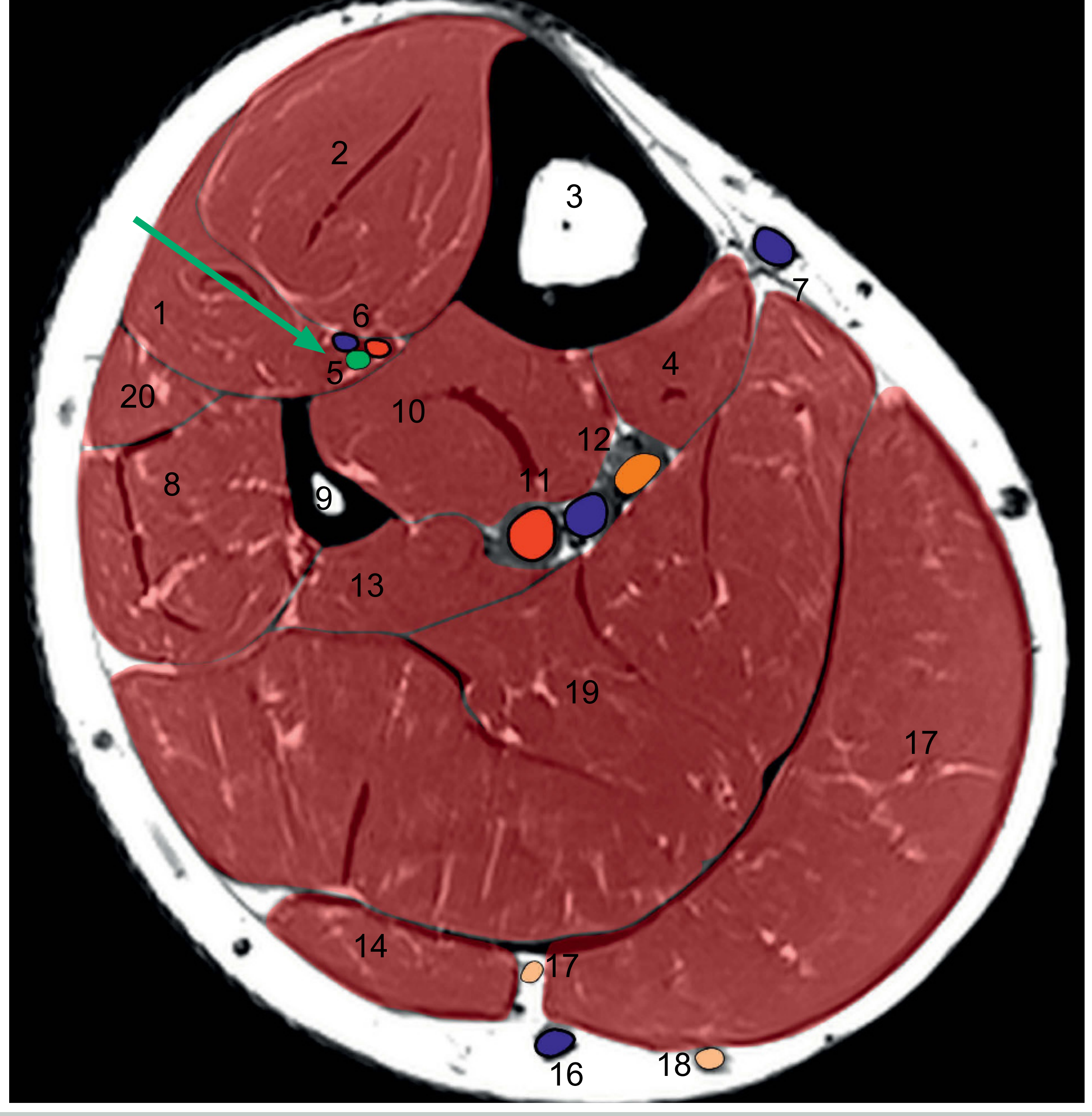


Figure Fi9. Coupes IRM au tiers proximal de la jambe passant par le nerf fibulaire







1- Muscle long extenseur des orteils

2- Muscle tibial antérieur

3- Tibia

4- Muscle long fléchisseur des orteils

5- Nerf fibulaire profond

6- Artère et veine tibiales antérieures

7- Grande veine saphène

8- Muscles long et court fibulaires

9- Fibula

10- Muscle tibial postérieur

11- Artère et veine tibiales postérieures

12- Nerf tibial

13- Muscle long fléchisseur de l'hallux

14- Muscle gastrocnémien latéral

15- Muscle gastrocnémien médial

16- Petite veine saphène

17- Nerf cutané sural médial

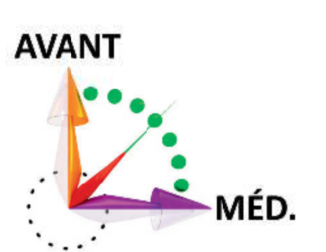
18- Nerf sural

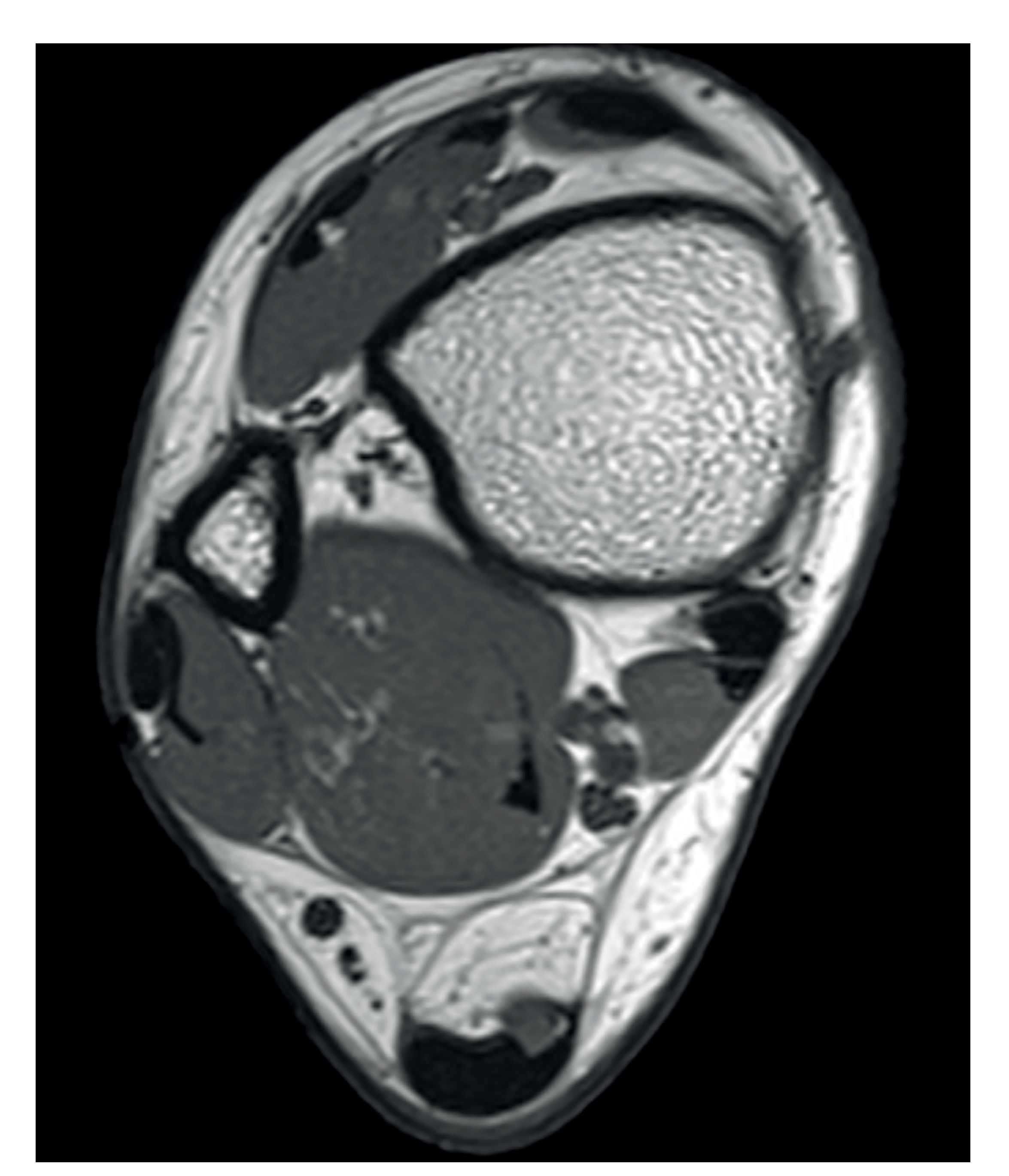
19- Muscle soléaire

20- Muscle long extenseur de l'hallux

Figure Fi10. Coupes IRM au tiers distal de la jambe passant par le nerf fibulaire









1- Muscle long extenseur des orteils

2- Muscle long extenseur de l'hallux

3- Tendon du muscle tibial antérieur

4- Nerf fibulaire superficiel

5- Membrane interosseuse

6- Tibia

7- Nerf fibulaire profond

8- Artère et veine tibiales antérieures

9- Grande veine saphène

10- Fibula

11- Artère et veine fibulaires

12- Tendon du muscle long fibulaire

13- Muscle court fibulaire

14- Muscle long fléchisseur de l'hallux

15- Tendon du muscle tibial postérieur

16- Muscle long fléchisseur des orteils

17- Artère et veine tibiales postérieures

18- Nerf tibial

19- Nerf sural

20- Petite veine saphène

21- Tendons des muscles triceps sural et plantaire

Figure Fi11. Coupes IRM à la cheville passant par le nerf fibulaire

Pathologie

LÉSION DU NERF FIBULAIRE

Le nerf fibulaire est un nerf mixte issu du nerf sciatique. Il naît dans le creux poplité et contourne le col de la fibula pour innerver les muscles la loge antéro-latérale de la jambe.

Étiologie

La plupart du temps, différents mécanismes sont retrouvés.
- Compression : elle survient généralement au niveau du col de la fibula, zone de fragilité du nerf fibulaire commun. Elle peut être posturale, per-opératoire, due à un amaigrissement rapide, à un alitement prolongé, une perte de poids, une contention orthopédique. Dans des proportions variables et selon les études, la compression peut aussi provenir d'une lésion tumorale.
- Section : les traumatismes du genou sont le plus souvent impliqués.
- Traction : ce mécanisme favorise les lésions positionnelles, qui surviennent généralement genou en flexion.
- Ischémie : les traumatismes du genou peuvent léser l'artère poplitée, ce qui provoque une ischémie de mauvais pronostic fonctionnel pour le nerf fibulaire commun.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : la douleur de la face antéro-externe de la jambe peut faire évoquer une hernie discale paramédiane de niveau L4-L5 ou foraminale L5-S1, mais la topographie des troubles sensitifs est quelque peu différente. Ils peuvent être réveillés par un signe de Tinel au niveau du col de la fibula. Une hypoesthésie peut être retrouvée à la face dorsale du pied.

- Signes moteurs : le nerf fibulaire commun assure l'innervation motrice des muscles tibial antérieur, long extenseur de l'hallux, long extenseur des orteils et long et court fibulaires. Ainsi une lésion de ce nerf provoque un « steppage » du pied par défaillance des fléchisseurs du pied sur la jambe. On peut également retrouver une diminution de l'éversion du pied, assurée principalement par les muscles fibulaires.

Formes cliniques

La classique « paralysie du vendangeur » concerne généralement un contexte professionnel. Il s'agit d'un syndrome canalaire de compression du nerf fibulaire commun au niveau du col de la fibula.

Si dans l'anamnèse, il n'existe pas de notion de traumatisme, on retrouve souvent des sports favorisants : pratique de la course ou du jogging intensif, positions privilégiées ou habitudes particulières.

Examens complémentaires

- L'électroneuromyogramme montre un ralentissement ou un bloc de conduction sur le trajet du nerf au niveau du col de la fibula.
- Une imagerie du genou en l'absence de contexte traumatique permet de rechercher une cause tumorale et, en cas de traumatisme en torsion de la jamble ou de fracture malléolaire, des radiographies simples rechercheront un trait fibulaire haut, dans le cadre d'une fracture de Maisonneuve (lésion malléolaire médiale associée, réalisant un équivalent de fracture bi-malléolaire).

Traitement

La chirurgie n'est indiquée d'emblée qu'en cas d'une compression extrinsèque qui doit être levée rapidement si la survenue des déficits est brutale, récente ou évolutive.
Différents types de chirurgie peuvent être proposés en l'absence de récupération post-traumatique ou dans la cadre d'un syndrome canalaire. Elles consistent à libérer le nerf au niveau du col de la fibula (Figure Fi12).
En cas de cause « médicale », la chirurgie ne doit être envisagée qu'en seconde intention, après échec d'un traitement médical bien conduit.
Dans les séries publiées, elle donne en tous les cas des résultats intéressants pour une invasivité assez limitée.

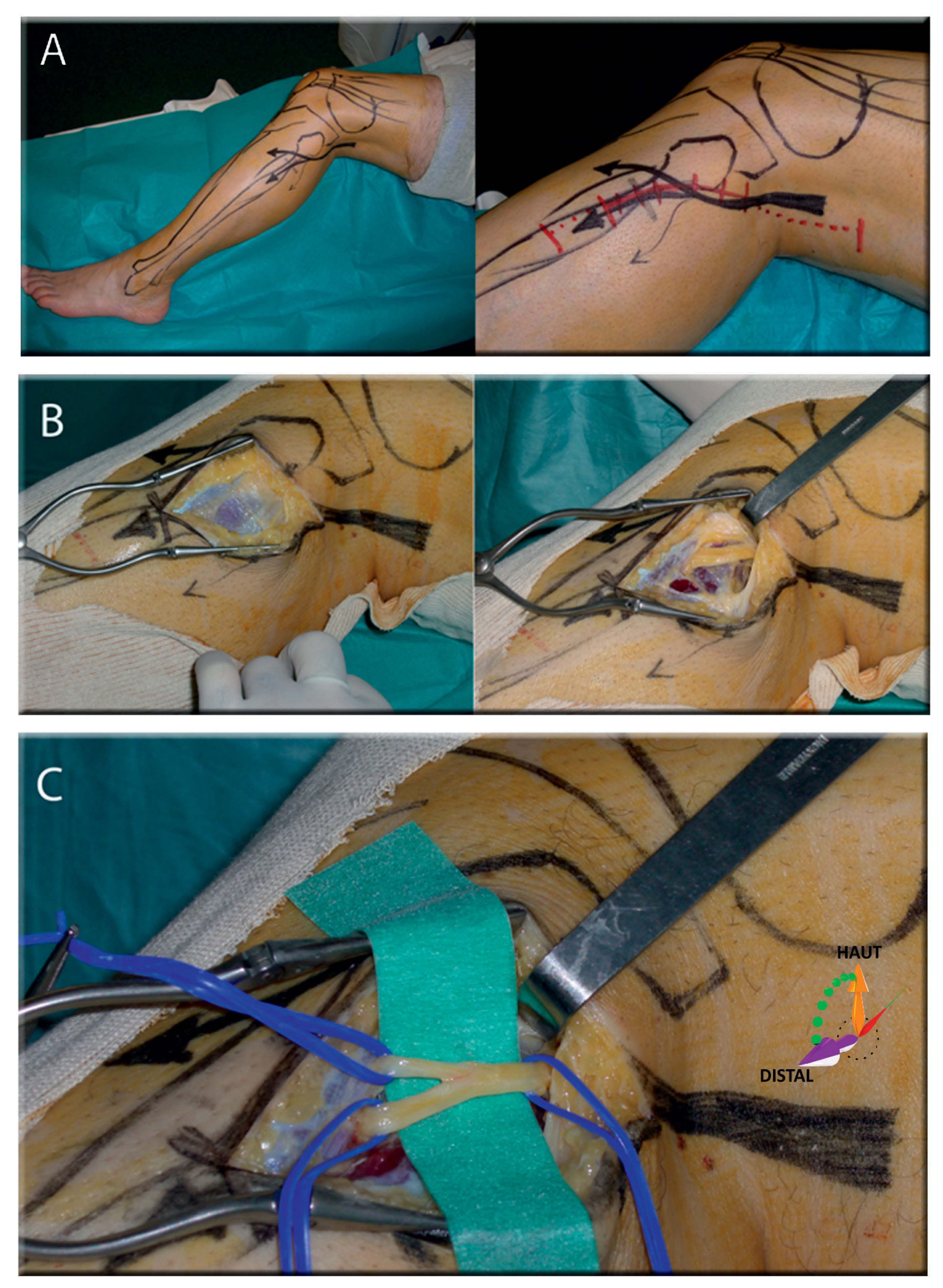
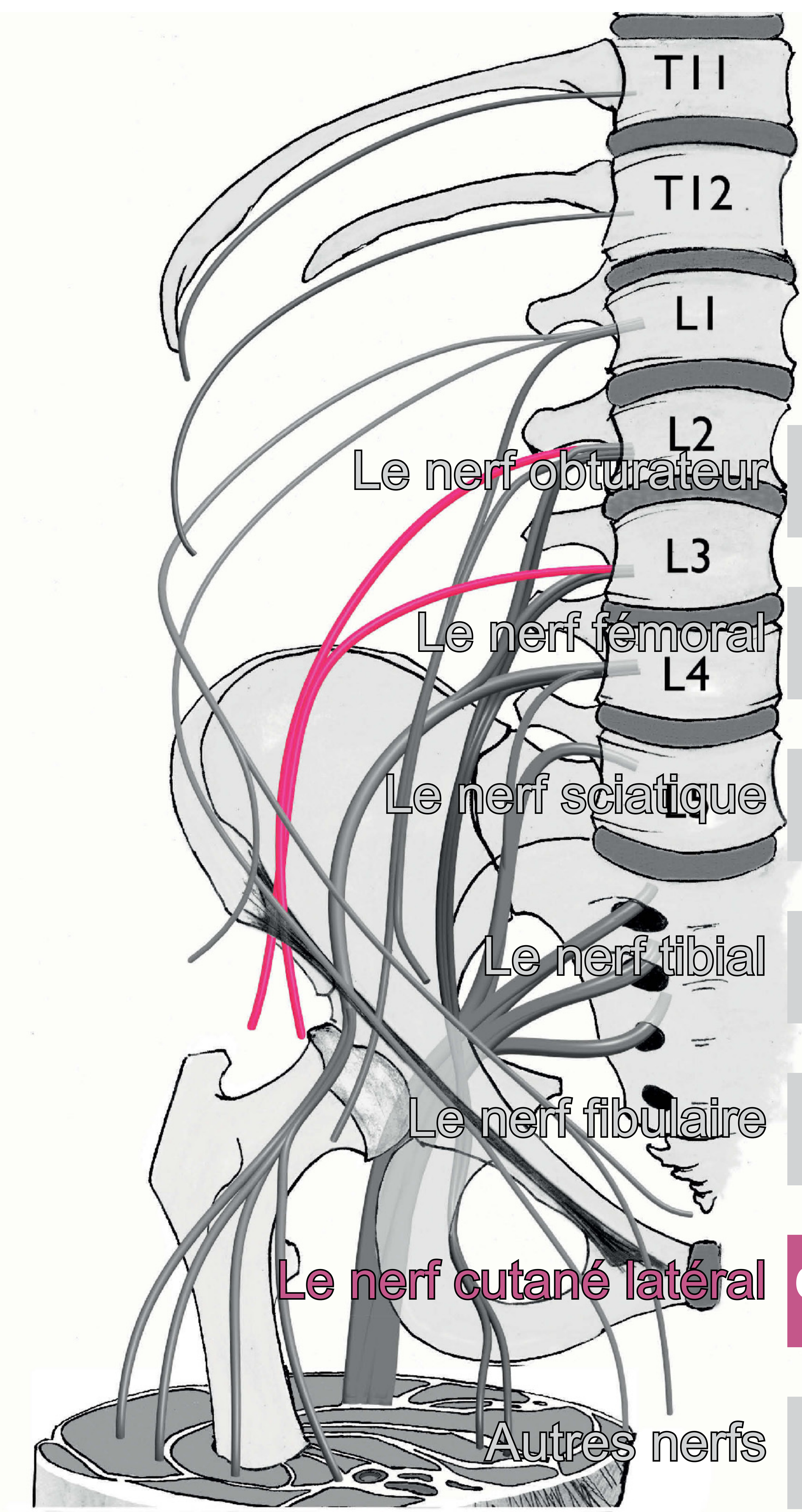


Figure Fi12. Décompression chirurgicale du nerf fibulaire, au col de la fibula

Page blanche


T11
T12
L1
L2
Le nerf obturateur
L3
Le nerf fémoral
L4
Le nerf sciatique
Le nerf tibial
Le nerf fibulaire
Le nerf cutané latéral
Autres nerfs

CLc

Données morphologiques

Le nerf cutané latéral de la cuisse est un nerf uniquement sensitif. Il innerve la région latérale de la fesse et de la cuisse après avoir parcouru la fosse iliaque.

ORIGINE

Le nerf cutané latéral de la cuisse est une branche collatérale du plexus lombaire. Il est constitué des racines L2 et de la branche unissant les racines L2 et L3 (Figures CLc1, CLc2). Il naît au-dessus du nerf fémoral et du nerf obturateur, branches terminales du plexus lombaire (Vidéo 82).

TRAJET

Le nerf cutané latéral de la cuisse passe en avant du nerf génito-fémoral pour s'écarter vers la fosse iliaque et rejoindre l'échancrure entre les épines iliaques antérieures de l'os coxal (Figures CLc2, CLc3). Il émerge au bord latéral du psoas, longe le carré des lombes en passant devant son insertion distale et chemine dans un dédoublement de l'aponévrose du muscle iliaque. Il quitte le bassin par un tunnel ostéo-fibreux juste en-dessous et médialement par rapport à l'épine iliaque antéro-supérieure. Il passe sous le ligament inguinal et pénètre dans la cuisse sous l'aponévrose du muscle quadriceps fémoral. Il croise enfin le muscle sartorius par en avant et se divise en branches terminales (Figure CLc3).
Le nerf cutané latéral de cuisse entretient un rapport étroit avec l'épine iliaque antéro-supérieure, repère anatomique principal utilisé pour son abord chirurgical. On le retrouve en général à environ un travers de doigt en dedans de celle-ci. Il peut passer soit en arrière, soit à travers, soit en avant du ligament fémoral pour se retrouver le plus souvent médial au muscle sartorius (Vidéo 83).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

À son origine, le nerf cutané latéral de la cuisse répond à distance aux vaisseaux iliaques externes.
Cheminant sur le muscle iliaque, peu avant l'épine iliaque antéro-supérieure, le nerf cutané latéral de la cuisse est croisé en avant par l'artère circonflexe iliaque profonde, branche collatérale de l'artère iliaque externe.
Au niveau du ligament inguinal, on retrouve les vaisseaux circonflexes iliaques superficiels, dont l'artère est une branche de l'artère fémorale (Figure CLc4) (Vidéo 84).

BRANCHES TERMINALES

Le nerf cutané latéral de la cuisse se termine en croisant la face antérieure du muscle sartorius qui prend son origine sur l'épine iliaque antéro-supérieure. Il se divise à ce niveau en deux branches terminales, antérieure et postérieure (Figure CLc2).
La branche antérieure innerve la région antéro-latérale de la cuisse, sous les territoires des nerfs ilio-hypogastrique et génito-fémoral. Le territoire d'innervation de la branche antérieure se termine à la partie supérieure du genou (Figure CLc5).
La branche postérieure se dirige vers le grand trochanter. Elle innerve la face postéro-latérale de la fesse et la partie supérieure et latérale de la cuisse (Figure CLc5) (Vidéo 85).

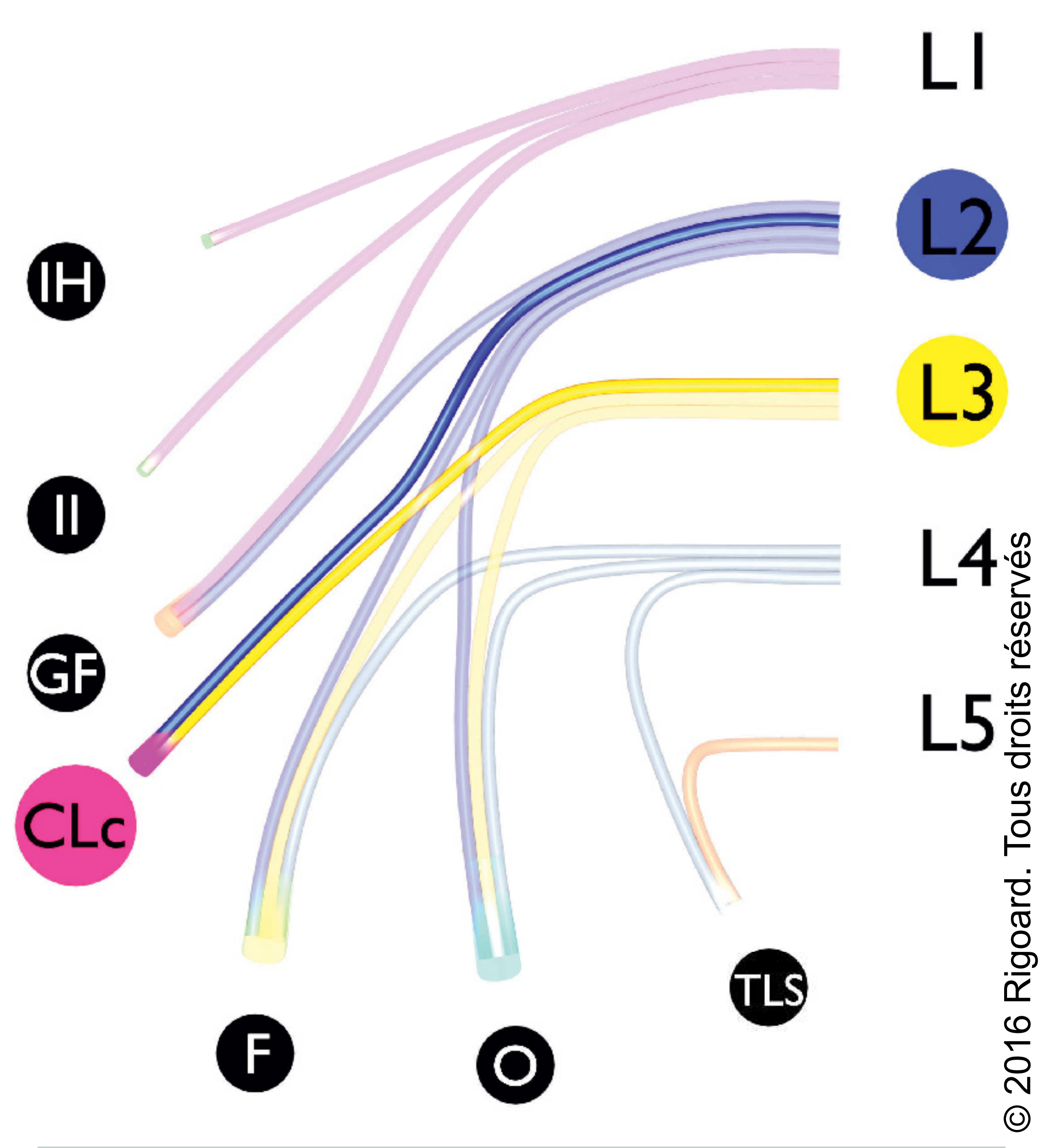


Figure CLc1. Origine du nerf cutané latéral de la cuisse

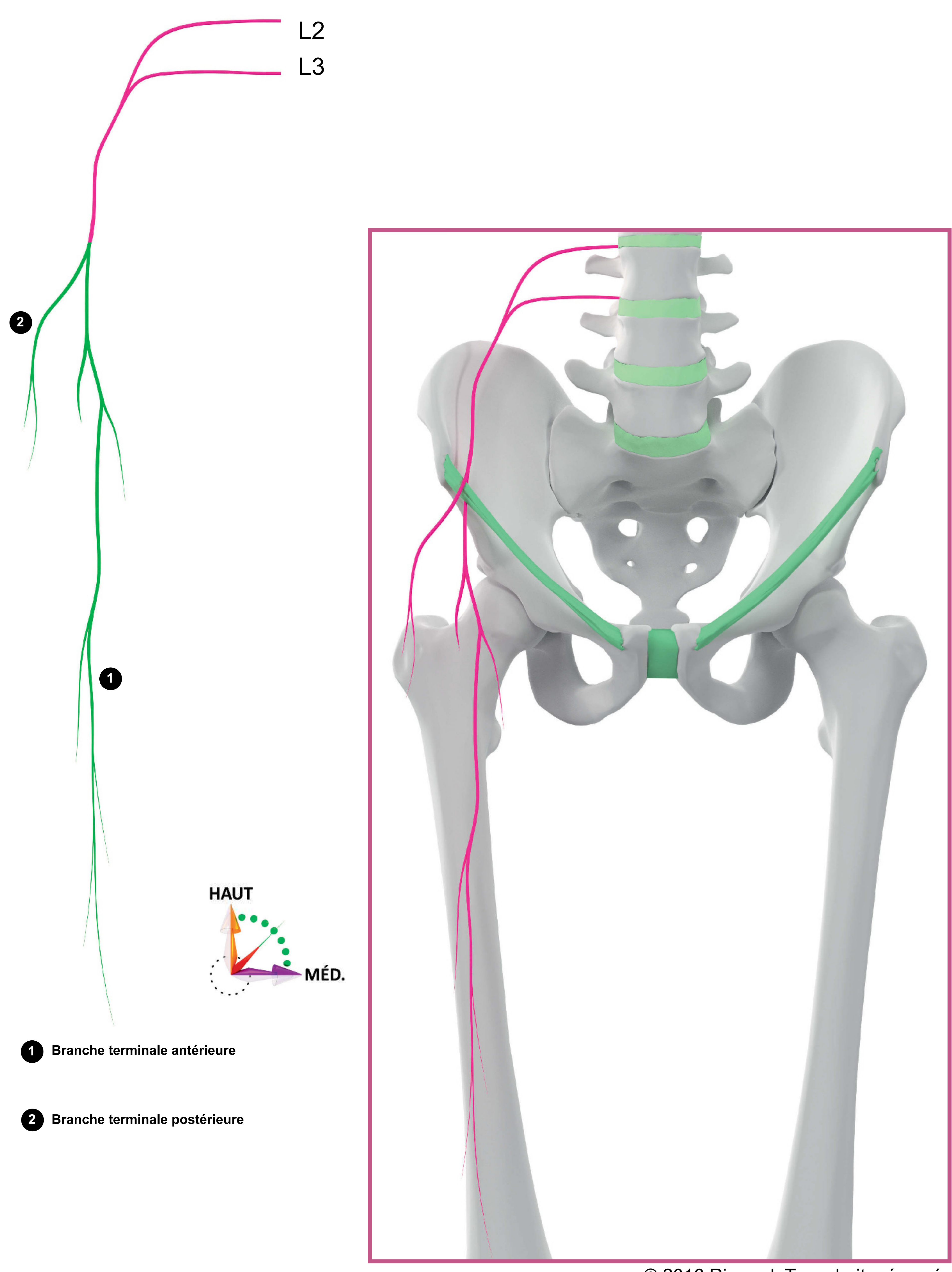
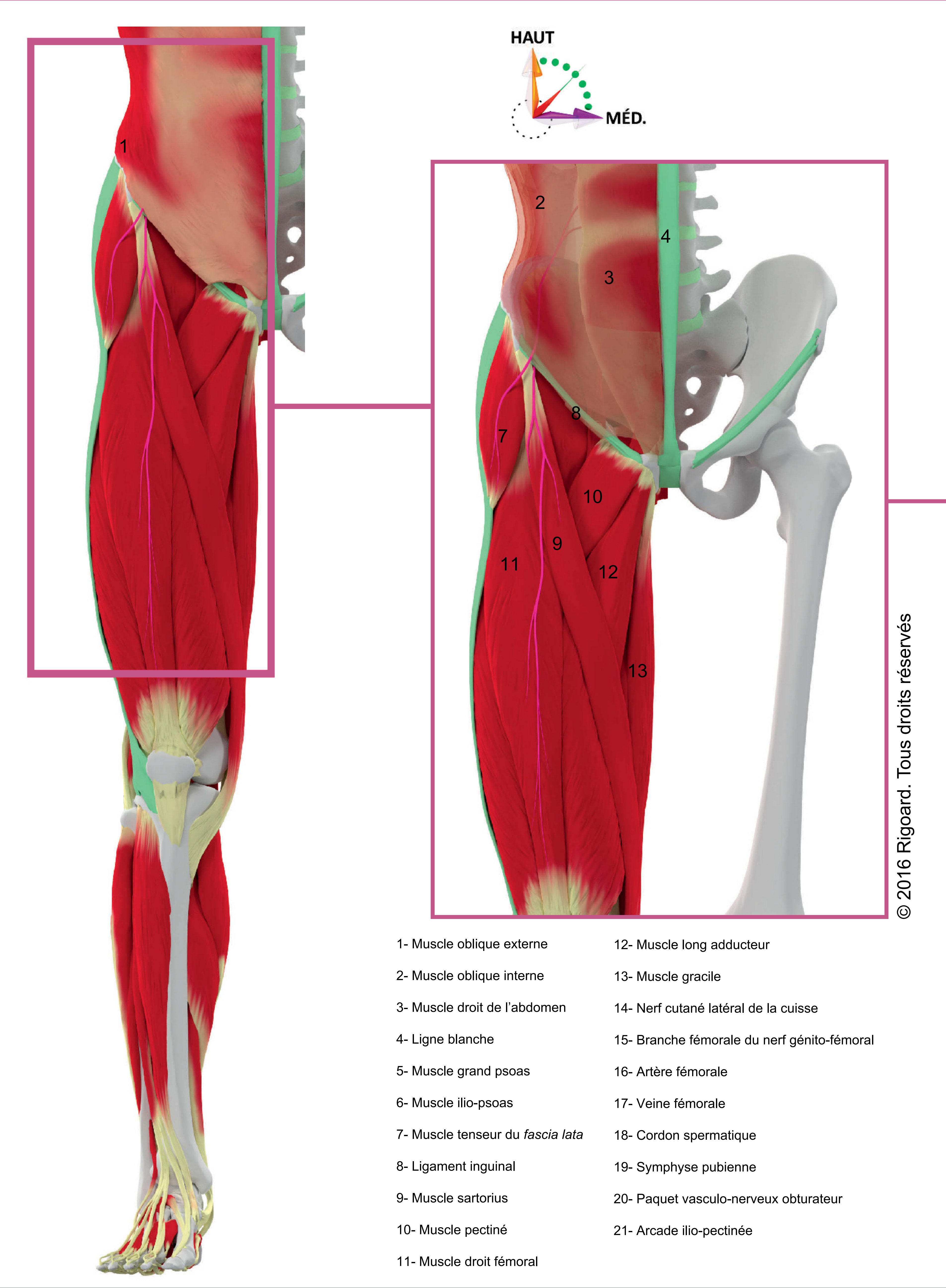


Figure CLc2. Distribution topographique et rapports osseux du nerf cutané latéral de la cuisse

Données morphologiques à la cuisse



1- Muscle oblique externe
2- Muscle oblique interne
3- Muscle droit de l’abdomen
4- Ligne blanche
5- Muscle grand psoas
6- Muscle ilio-psoas
7- Muscle tenseur du *fascia lata*
8- Ligament inguinal
9- Muscle sartorius
10- Muscle pectiné
11- Muscle droit fémoral
12- Muscle long adducteur
13- Muscle gracile
14- Nerf cutané latéral de la cuisse
15- Branche fémorale du nerf génito-fémoral
16- Artère fémorale
17- Veine fémorale
18- Cordon spermatique
19- Symphyse pubienne
20- Paquet vasculo-nerveux obturateur
21- Arcade ilio-pectinée

Figure CLc3. Rapports musculaires du nerf cutané latéral de la cuisse à la fosse iliaque et à la cuisse

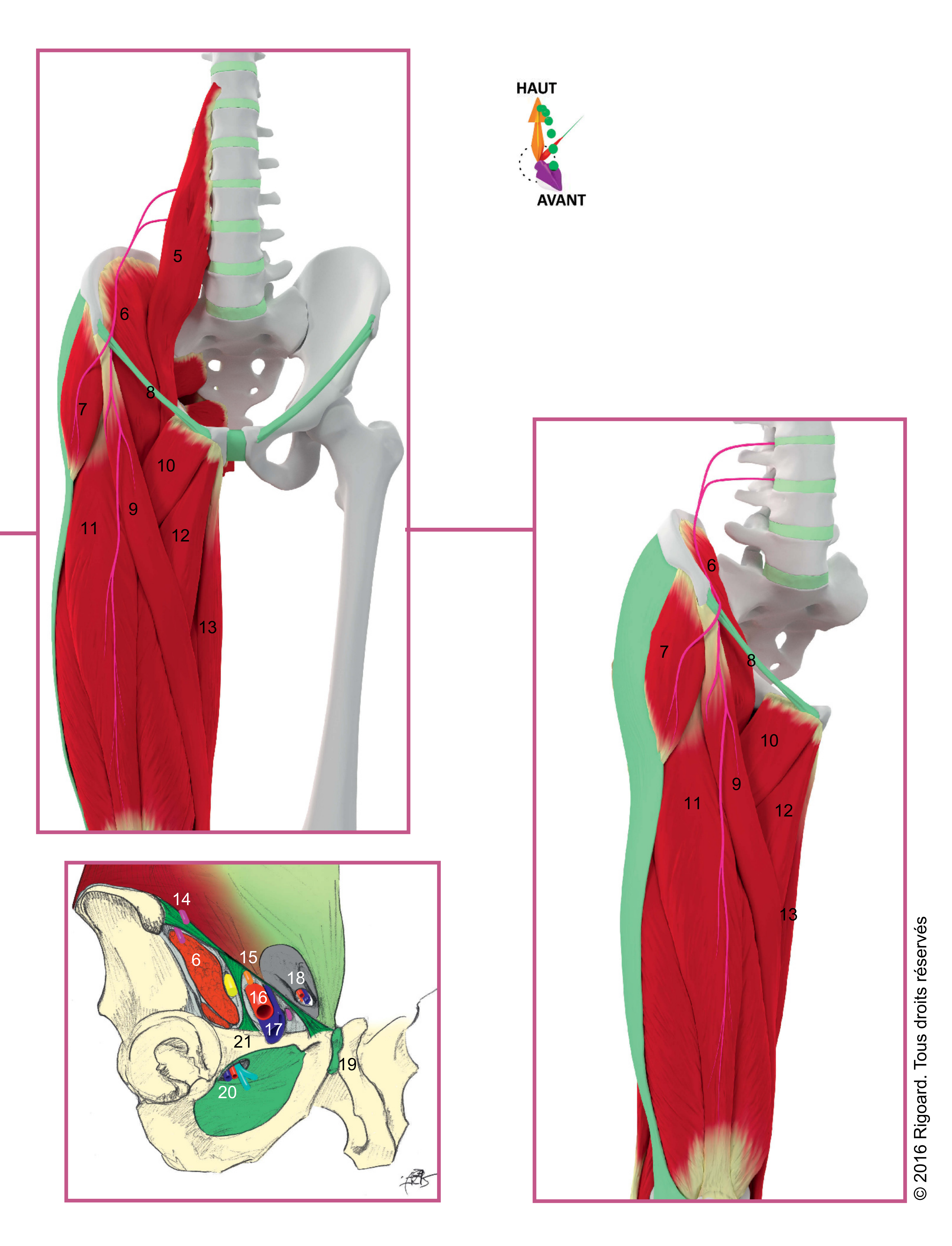
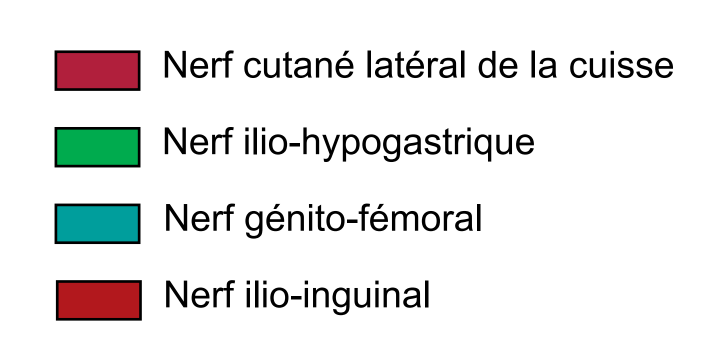


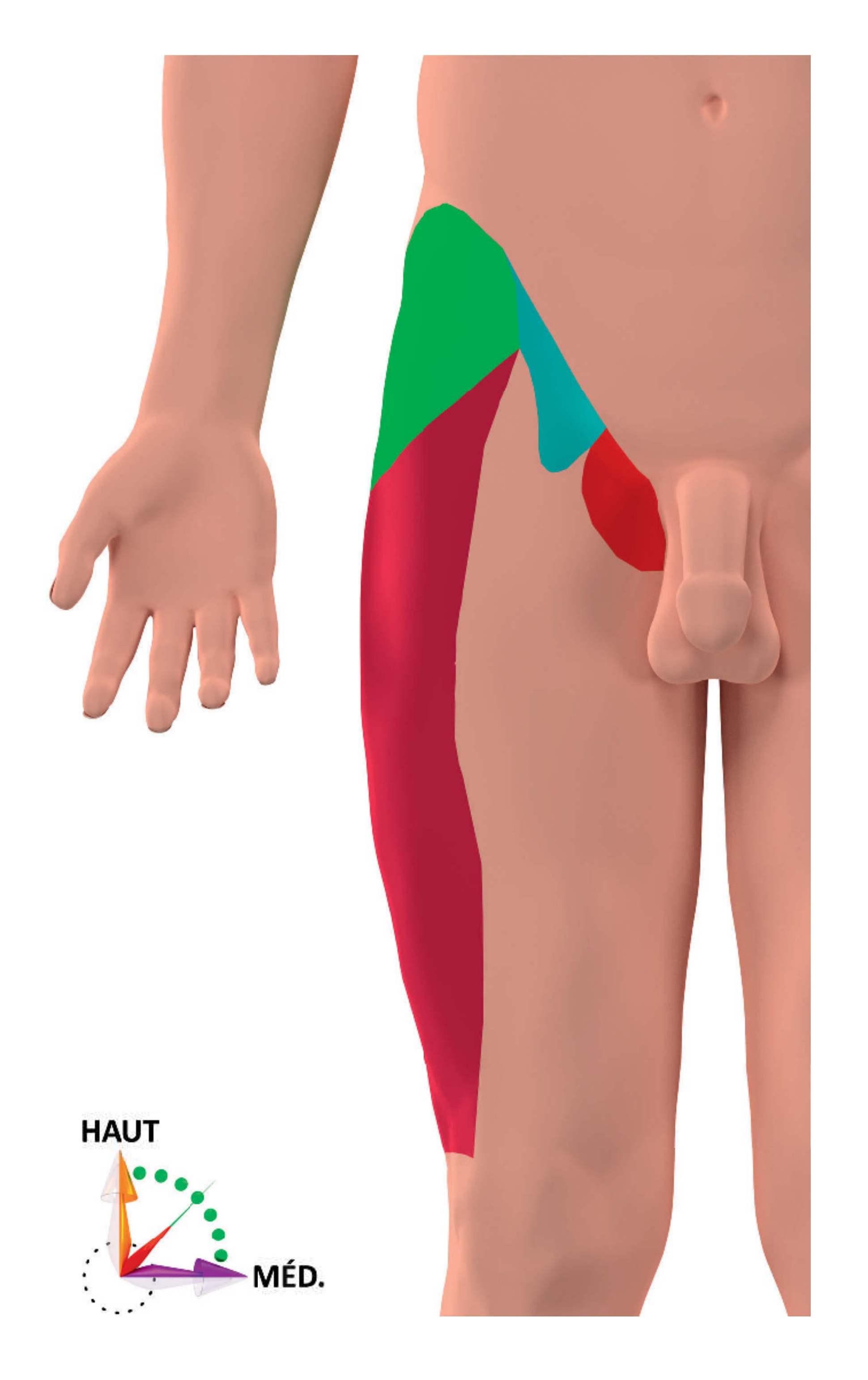
Figure CLc4. Rapports musculaires du nerf cutané latéral de la cuisse à la fosse iliaque et à la cuisse (de la superficie à la profondeur) (dessin : P. Rigoard, d'après Sobotta)

Données morphologiques - Synthèse

FONCTION SENSITIVE

Il donne l'innervation sensitive de la face antéro-latérale de la cuisse jusqu'au genou. Son territoire est délimité médialement, en avant par le territoire sensitif du nerf fémoral, en arrière et en haut par les territoires des nerfs cluniaux, en arrière et en bas par le territoire du nerf cutané postérieur de la cuisse, en haut par le territoire du nerf ilio-hypogastrique (Vidéo 86).





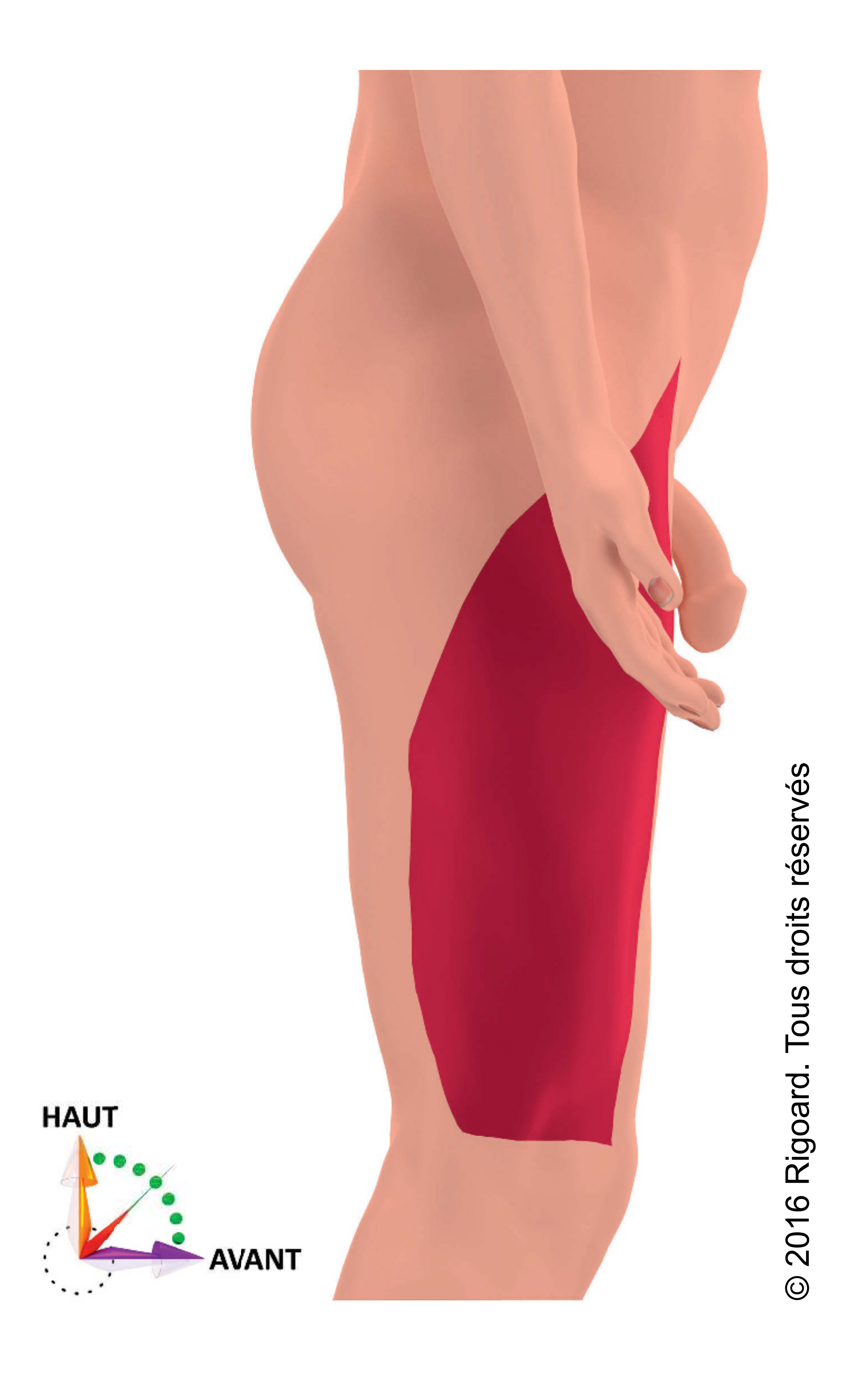
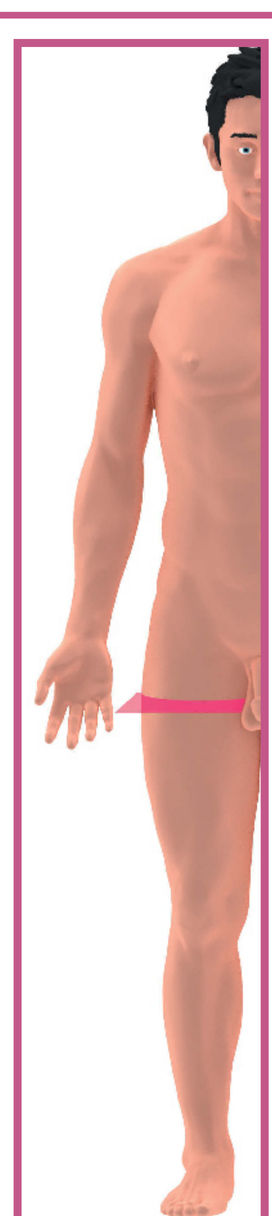
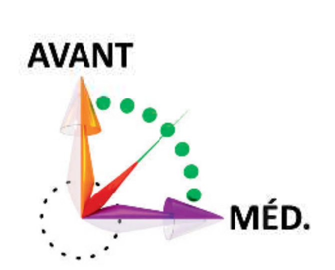
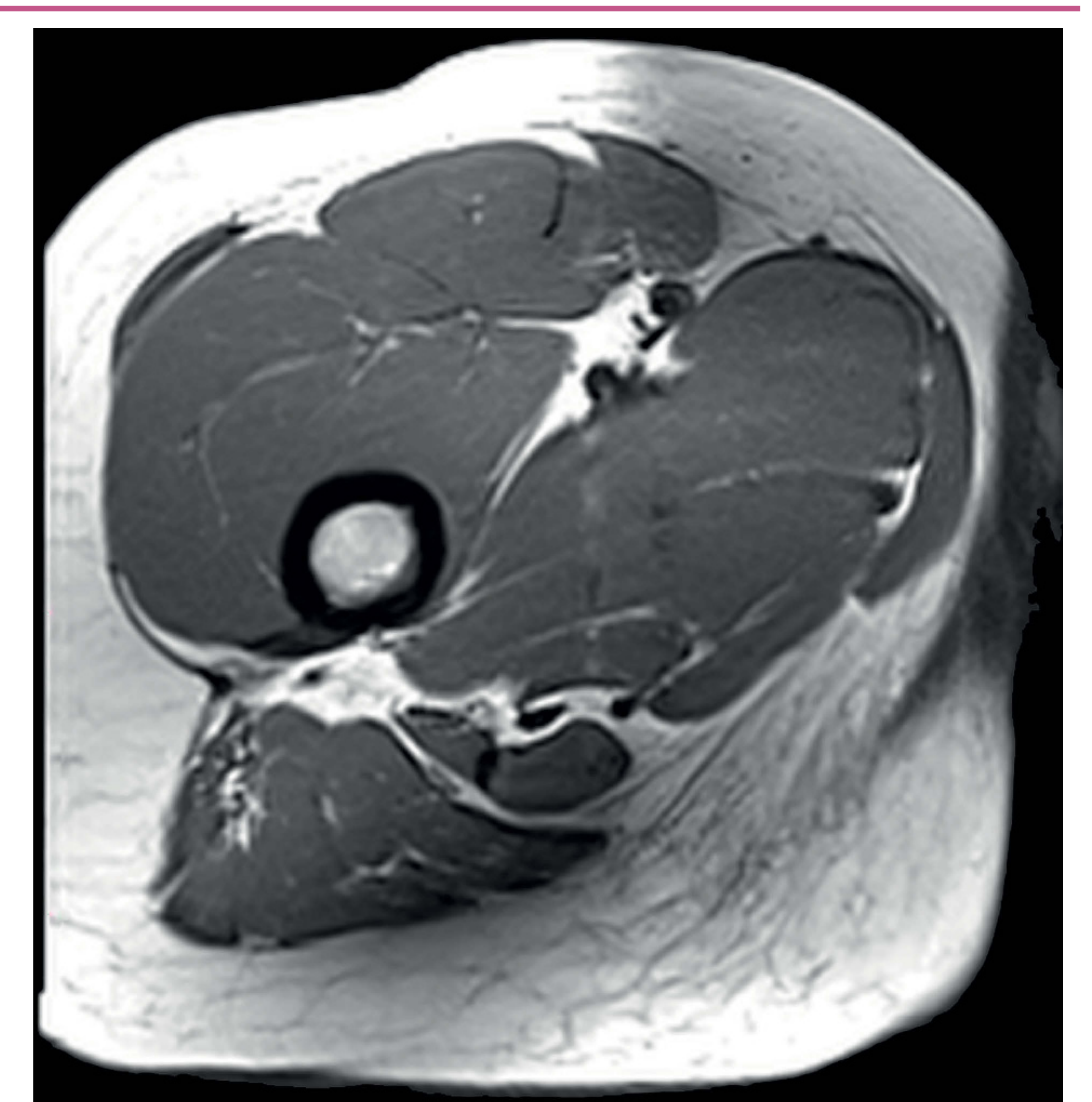


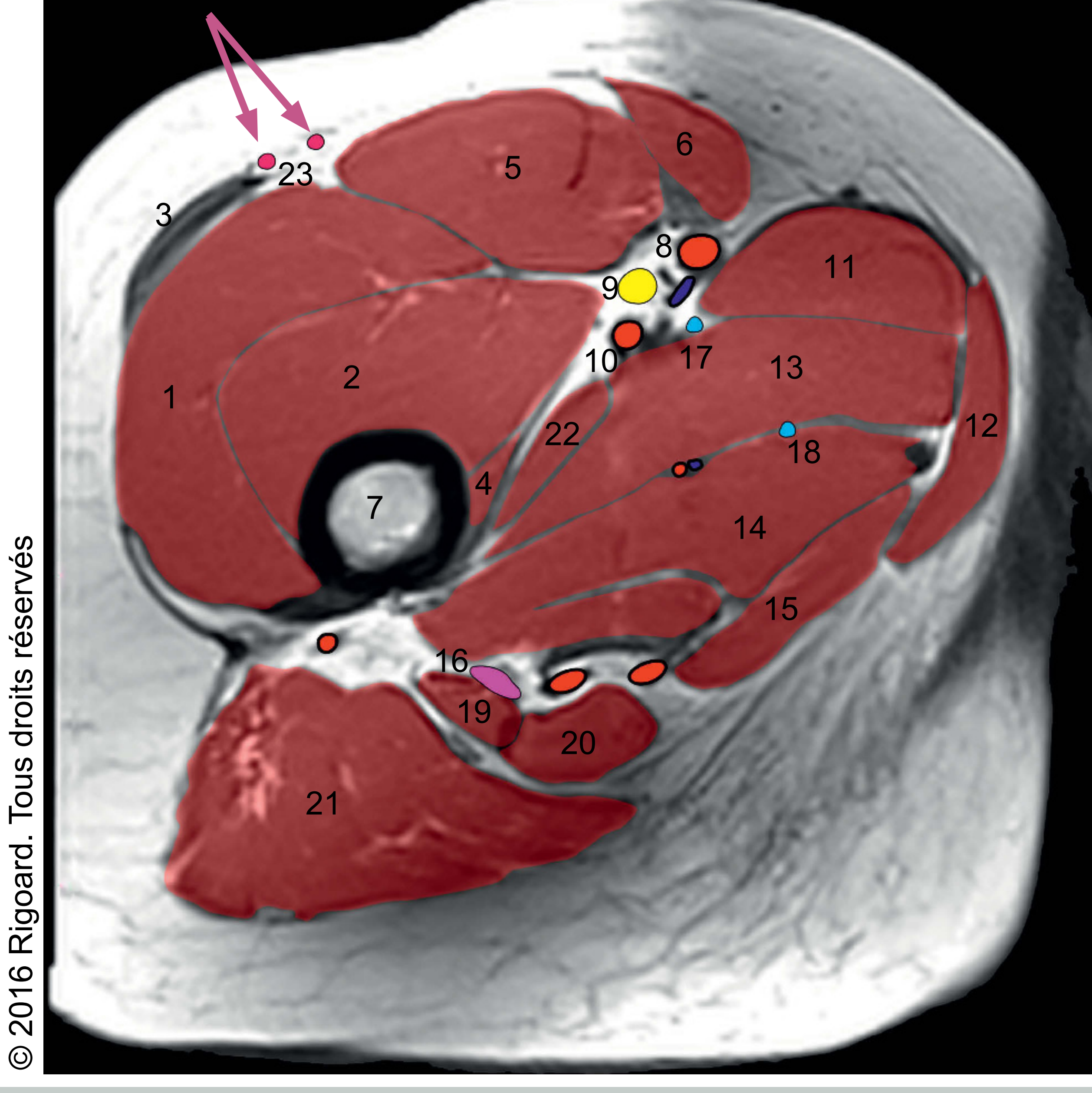
Figure CLc5. Innervation sensitive du nerf cutané latéral de la cuisse

Données morphologiques - IRM









1- Muscle vaste latéral

2- Muscle vaste intermédiaire

3- Muscle tenseur du *fascia lata*

4- Muscle vaste médial

5- Muscle droit fémoral

6- Muscle sartorius

7- Fémur

8- Artère et veine fémorales

9- Nerf fémoral

10- Artère et veine profondes de la cuisse

11- Muscle long adducteur

12- Muscle gracile

13- Muscle court adducteur

14- Muscle grand adducteur

15- Muscle semi-membraneux

16- Nerf sciatique

17- Branche antérieure du nerf obturateur

18- Branche postérieure du nerf obturateur

19- Tendon du muscle biceps fémoral

20- Tendon du muscle semi-tendineux

21- Muscle grand fessier

22- Muscle pectiné

23- Nerf cutané latéral de la cuisse

Figure CLc6. Coupes IRM au tiers proximal de la cuisse passant par le nerf cutané latéral de la cuisse et ses branches terminales

Pathologie

SYNDROME DU NERF CUTANÉ LATÉRAL DE LA CUISSE

Le nerf cutané latéral de la cuisse, branche collatérale du plexus lombaire, est uniquement sensitif. Il longe la fosse iliaque au contact du muscle iliaque, puis sort du pelvis entre les épines iliaque antérieures. Il innerve la partie supérieure de la face latérale la cuisse.

Étiologie

Compression : un syndrome canalaire peut se déclarer à la sortie du pelvis, au contact de l'échancrure entre les épines iliaques antérieures.

Signes cliniques

Les signes sont exclusivement sensitifs. La douleur est de début souvent brutal, bilatérale dans 10 % des cas. Il peut s'agir de douleurs à connotation neuropathique, de paresthésies. Les troubles concernent le territoire d'innervation du nerf cutané latéral de la cuisse. Ils peuvent être à recrudescence nocturne, augmentés par la station debout prolongée, calmés par la flexion de la cuisse sur le tronc.

La douleur est augmentée par l'extension de la jambe et progressivement une hypoesthésie va s'installer dans le territoire douloureux. On l'appelle la méralgie hypo- ou paresthésiante.

Parmi les facteurs déclenchants, on retrouve le port de vêtements serrés, « Maladie des Jeans et du ceinturon » et les stress s'exerçant sur la paroi abdominale : grossesse, abdomen pendulaire de l'obèse (Figure CLc7), contractures musculaires persistantes à la jonction du tronc et du membre inférieur, comme dans le cadre de la coxarthrose.

L'examen clinique peut retrouver l'hypoesthésie dans le territoire douloureux et, plus rarement, des troubles trophiques avec dépilation.

Faits importants, il n'existe pas de signe de Léri à l'extension de la cuisse ; on peut retrouver un signe de Tinel au niveau de l'épine iliaque et les réflexes rotuliens restent présents et symétriques.

Examen complémentaire

L'électromyogramme n'est pas facile à réaliser mais contributif.

Traitement

En cas d'échec d'infiltration, une décompression chirurgicale peut être discutée, au niveau de l'épine iliaque.



Figure CLc7. Syndrome compressif du nerf cutané latéral de la cuisse, apparu dans les suites d'un amaigrissement important (maladie des Jeans et du ceinturon)

Page blanche


T11
T12
L1
L2
Le nerf obturateur
L3
Le nerf fémoral
L4
Le nerf sciatique
Le nerf fibulaire
Le nerf tibial
Le nerf cutané latéral
Autres nerfs

IH
II

Données morphologiques – Le nerf ilio-hypogastrique

Le nerf ilio-hypogastrique est un nerf mixte, branche collatérale du plexus lombaire. Il est destiné à l'innervation sensitive des organes génitaux externes et de la face supéro-médiale de la cuisse. Il assure également l'innervation motrice de la partie inférieure de la paroi abdominale.

ORIGINE

Le nerf ilio-hypogastrique, nerf mixte, naît de L1 et souvent de T12, au-dessus du nerf ilio-inguinal (Figures I1,I2). Il apparaît au bord latéral du psoas (Vidéo 87).

TRAJET

Il traverse le carré des lombes, perfore le muscle transverse au-dessus de la crête iliaque comme le nerf ilio-inguinal. Il se divise en deux branches, latérale et antérieure, à ce niveau (Figure I2) (Vidéo 88).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Le nerf ilio-hypogastrique répond à son origine à l'artère lombaire à distance et en bas. L'essentiel de son trajet s'effectuant en superficie, il n'y a pas de rapport particulier avec d'éventuels vaisseaux à noter.

BRANCHES COLLATÉRALES

Il donne des rameaux musculaires destinés aux muscles de la paroi abdominale (Vidéo 88).

BRANCHES TERMINALES

La branche latérale cutanée traverse les deux plans musculaires formés par les muscles obliques interne et externe, pour se distribuer à la partie inférieure de la paroi abdominale latérale et à la partie supérieure de la face latérale de la fesse (Figure I2).

La branche cutanée antérieure continue son trajet entre les plans musculaires, le long du ligament inguinal. Elle devient superficielle en perforant le muscle oblique externe environ 2,5 cm au-dessus de l'anneau inguinal. Ce nerf innerve la région hypogastrique et la partie adjacente de la cuisse à sa face supéro-médiale (Figure CLc5, p. 284) (Vidéo 88).

FONCTION SENSITIVE

Il existe de multiples variations anatomiques et, bien souvent, les territoires sensitifs de ces nerfs se chevauchent, se suppléent et le calibre du nerf ilio-inguinal est inversement proportionnel à celui du nerf ilio-hypogastrique situé au-dessus. La variabilité existe d'un sujet à l'autre et d'un côté à l'autre chez le même sujet dans 60 % des cas (Vidéo 89).

ANASTOMOSES

Les nerfs ilio-hypogastrique et ilio-inguinal s'anastomosent principalement entre eux.

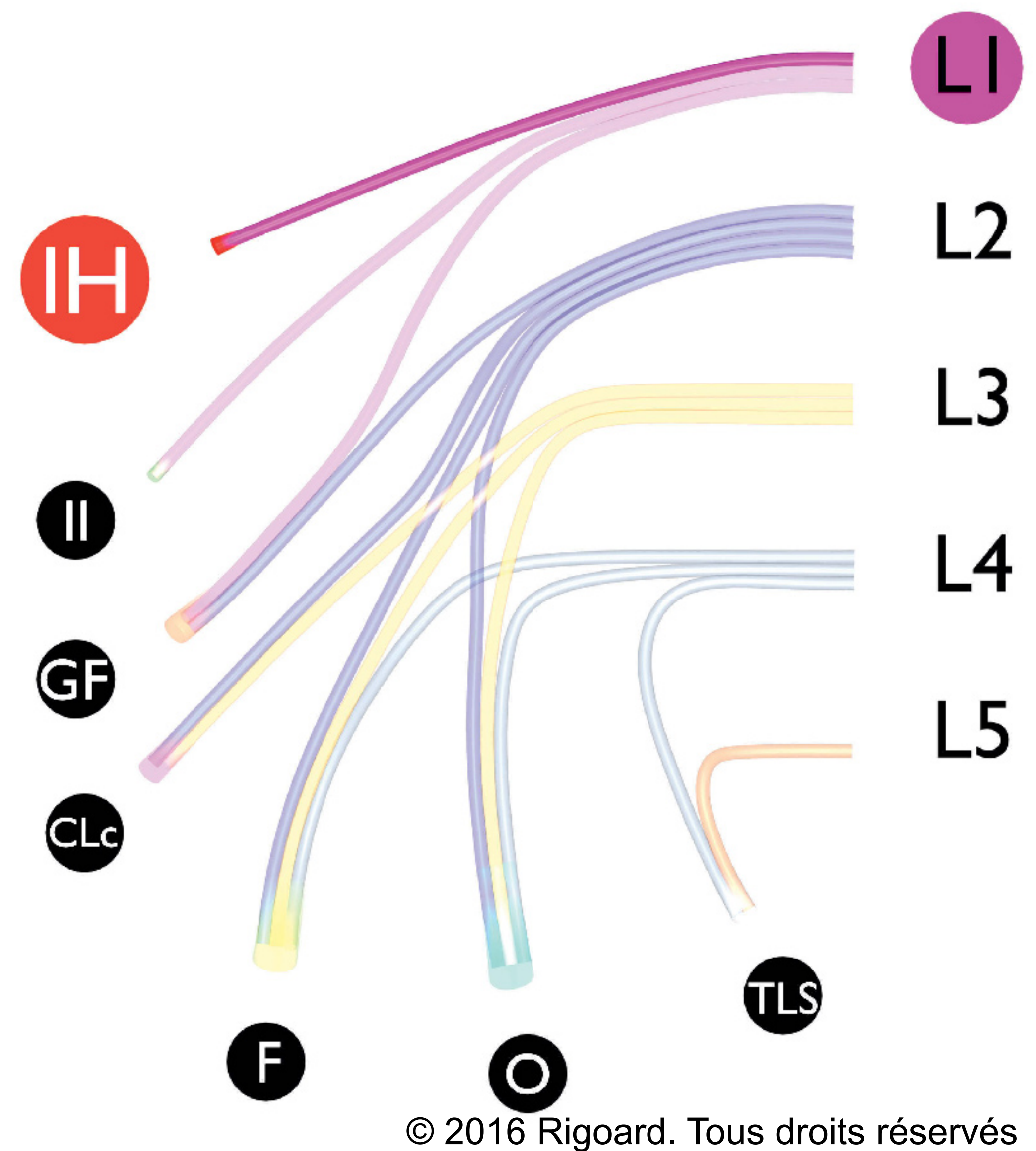
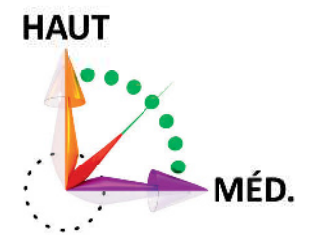
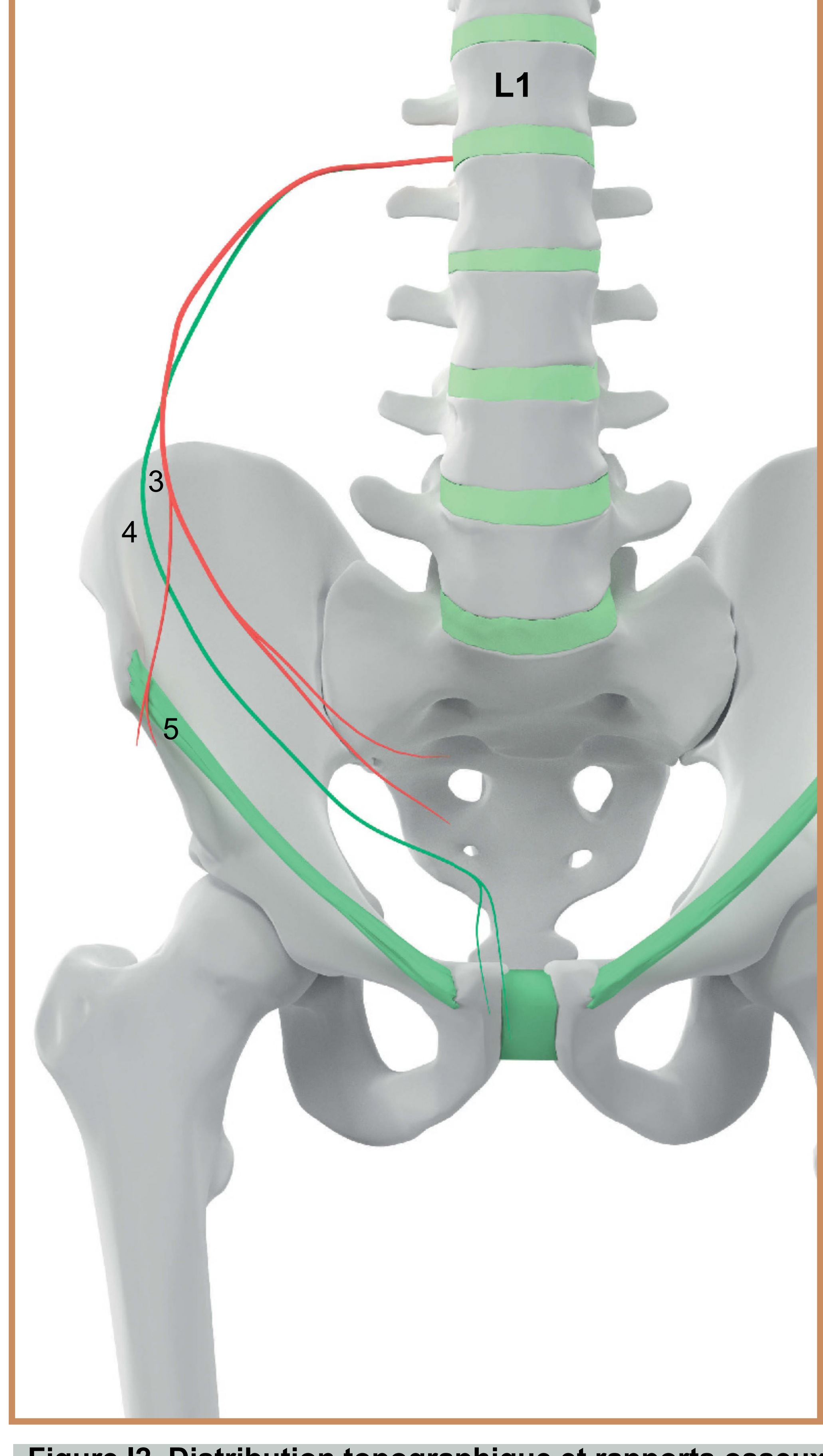
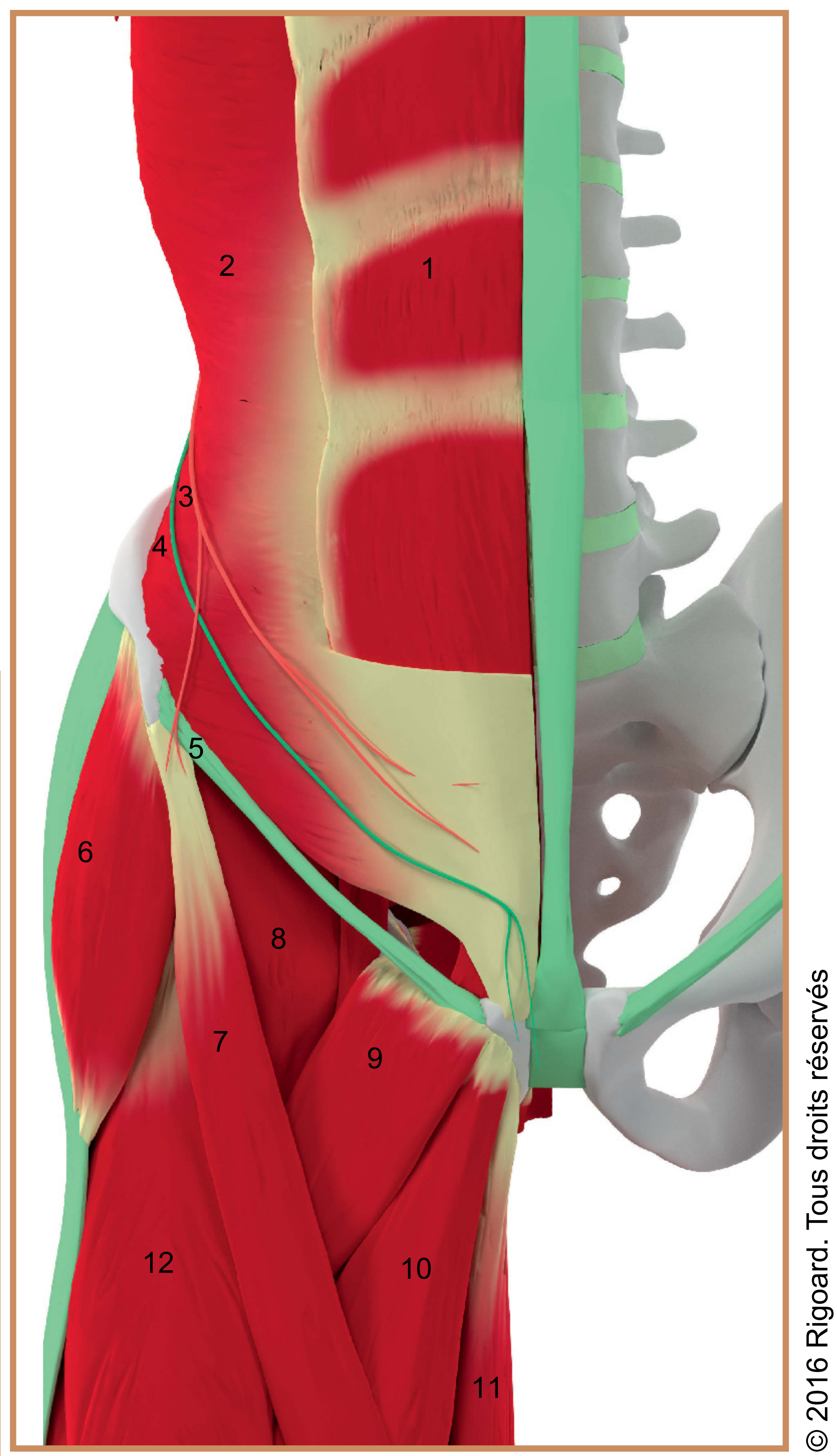


Figure I1. Origine du nerf ilio-hypogastrique







1- Muscle droit de l'abdomen
2- Muscle transverse de l'abdomen
3- Nerf ilio-hypogastrique
4- Nerf ilio-inguinal
5- Ligament inguinal
6- Muscle tenseur du *fascia lata*
7- Muscle sartorius
8- Muscle grand psoas
9- Muscle pectiné
10- Muscle long adducteur
11- Muscle gracile
12- Muscle droit fémoral

Figure I2. Distribution topographique et rapports osseux et musculaires des nerfs ilio-hypogastrique et ilio-inguinal

Données morphologiques – Le nerf ilio-inguinal

Le nerf ilio-inguinal est un nerf sensitif naissant en-dessous du nerf ilio-hypogastrique dont il partagera les rapports. C'est une branche collatérale du plexus lombaire. Il parcourt la paroi abdominale latéralement pour se distribuer aux téguments de l'hypogastre.

ORIGINE

Le nerf ilio-inguinal naît de L1, et chemine en sous-péritonéal au-dessous du nerf ilio-hypogastrique (Figures I3,I4). Il aura donc le même trajet et les mêmes rapports que ce dernier (Vidéo 87).

TRAJET

Il apparaît au bord latéral du psoas et traverse le muscle transverse 1 cm au-dessus de l'épine iliaque antéro-supérieure, puis traverse le muscle oblique interne (Figure I4). Il donne des branches motrices à ces deux muscles. Son trajet se poursuit sous l'aponévrose du muscle oblique en direction du pubis et de la symphyse. Il est ensuite médian, au-dessous (moins souvent) ou en dehors du cordon spermatique chez l'homme/du ligament rond chez la femme. Il reste satellite du cordon spermatique 2 à 4 cm au-dessous de l'anneau inguinal (*cf.* Tome II) (Vidéo 88).

RAPPORTS VASCULO-NERVEUX

Le nerf ilio-inguinal répond à son origine au nerf ilio-hypogastrique et à l'artère lombaire à distance et en bas.

BRANCHES TERMINALES

Le nerf ilio-inguinal se termine en deux branches terminales, antérieure et postérieure (Vidéo 88).

FONCTION SENSITIVE

Il assure la sensibilité de la partie supéro-médiale de la cuisse, de la racine du pénis et du scrotum chez l'homme, du mont du pubis et de la grande lèvre chez la femme (Figure CLc5, p. 284) (Vidéo 89).

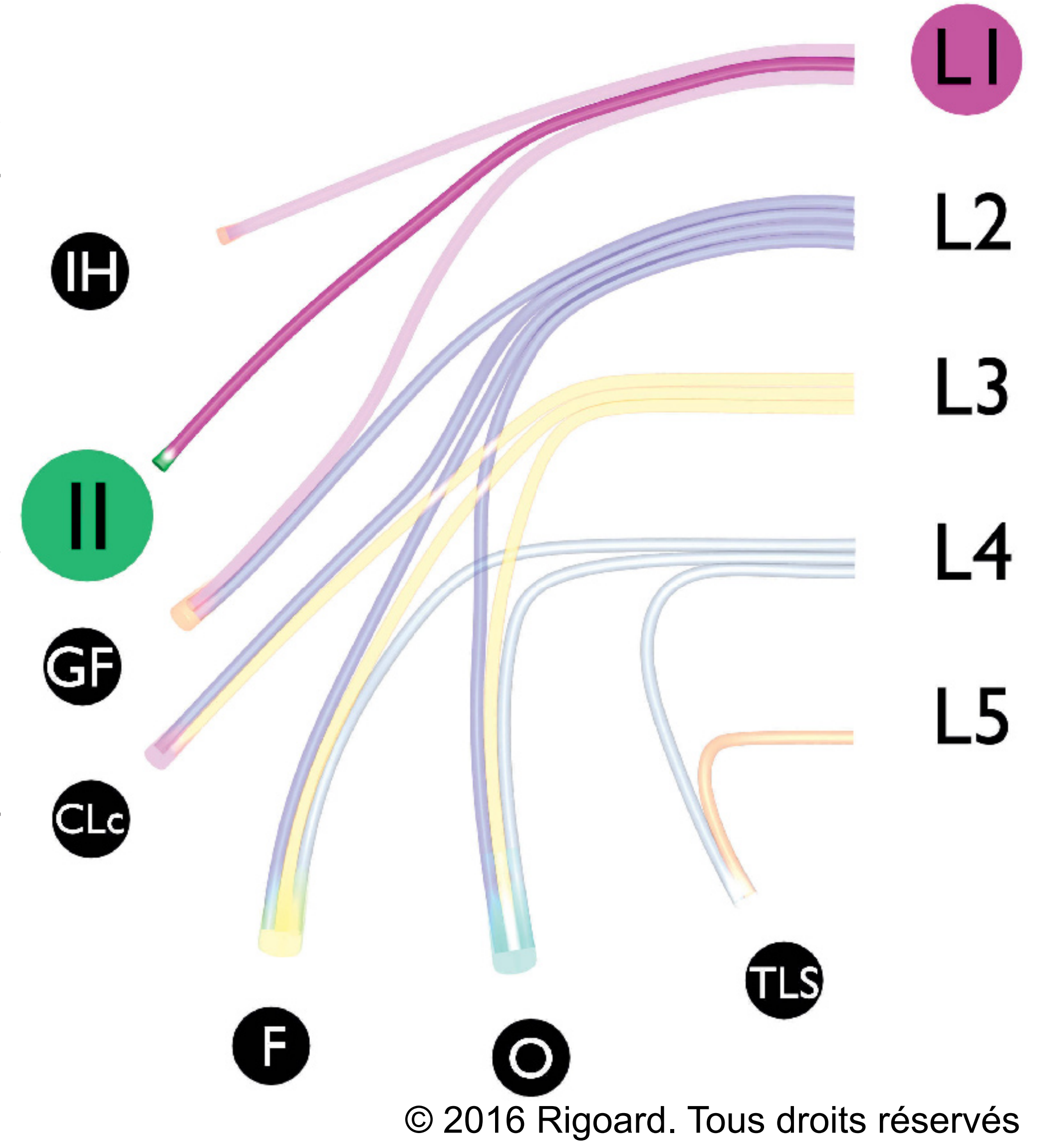


Figure I3. Origine du nerf ilio-inguinal

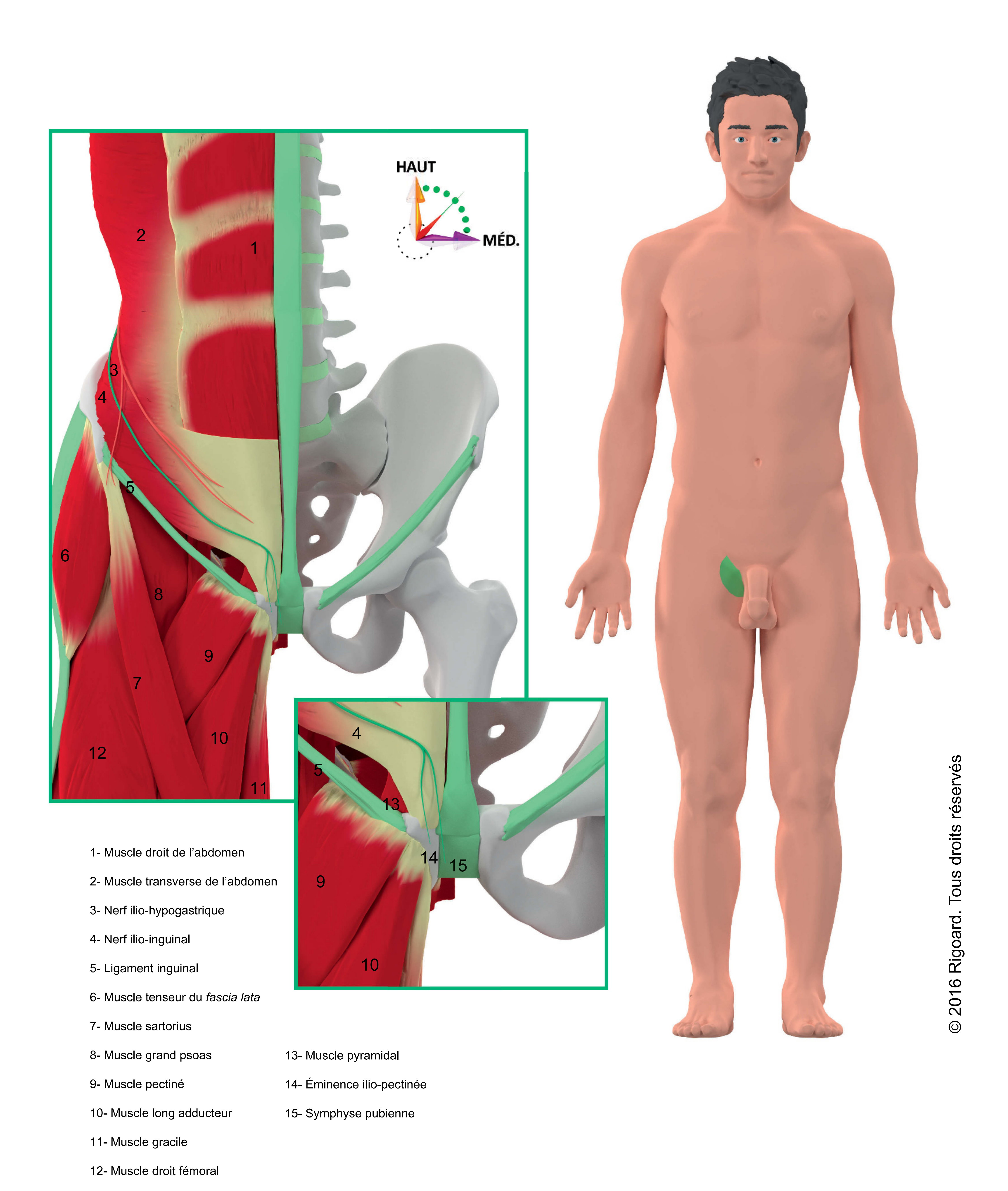


Figure I4. Rapports musculaires et innervation sensitive des nerfs ilio-hypogastrique et ilio-inguinal

Pathologie

SYNDROMES CANALAIRES ILIO-INGUINAL ET ILIO-HYPOGASTRIQUE

Le nerf ilio-inguinal est une branche collatérale sensitive du plexus lombaire. Il parcourt la paroi abdominale latéralement jusqu'à l'hypogastre dont il innerve la paroi.
Le nerf ilio-hypogastrique est une branche collatérale mixte du plexus lombaire. Il innerve la peau des organes génitaux externes et la partie supérieure de la face médiale de la cuisse.

Étiologie

Ces syndromes canalaires sont le plus souvent iatrogènes, en particulier après cure de hernie inguinale, mais ils peuvent aussi compliquer les suites d'appendicectomie, d'interventions d'urologie, de prélèvement de greffons iliaques et de chirurgie gynécologique (Figure I5).
Une atteinte nerveuse primitive peut résulter d'une section, d'un écrasement, d'un étirement, d'une coagulation ou enfin d'une contusion nerveuse. Une atteinte secondaire du nerf peut provenir d'une compression cicatricielle, de la formation d'un névrome, de l'irritation par une suture ou d'un granulome de voisinage.

Signes cliniques

- Signes sensitifs : ils s'expriment sous la forme de douleurs inguinales à type de brûlures, plus continues que paroxystiques, accrues par la position assise (qui induit une compression du nerf lors de sa traversée des muscles obliques) et par les mouvements qui mettent en tension les muscles de la paroi abdominale. La douleur peut être impulsive à la toux et à l'éternuement. Les patients adoptent souvent une attitude antalgique en flessum de hanche et inclinaison du tronc du côté douloureux.
Des douleurs en éclair ou au moindre effleurement évoquent plutôt l'existence d'un névrome.
La souffrance du nerf ilio-hypogastrique entraîne une douleur inguinale et du quart inféro-médial de l'abdomen tandis que celle du nerf ilio-inguinal est plutôt responsable d'une douleur inguinale avec irradiations vers la face interne de la cuisse, les grandes lèvres, le scrotum et la face dorsale de la verge (Figure CLc5, p. 284). Il peut s'y associer une hyperpathie et/ou une hypoesthésie. Des douleurs pelviennes chroniques peuvent s'y intriquer, surtout chez la femme.

- Signes moteurs : le nerf ilio-hypogastrique innerve de manière non exclusive la paroi musculaire de l'abdomen. Son atteinte ne provoque pas de déficit moteur significatif.

Formes cliniques

Une souffrance nerveuse est à évoquer si la douleur sur le territoire sus-mentionné perdure au-delà de quatre semaines après un geste chirurgical portant sur la région inguinale, mais aussi après une chirurgie impliquant la section du muscle transverse telle qu'une néphrectomie, un abord de l'uretère, une hystérectomie, voire, pour la branche fémorale, un abord de l'artère iliaque externe. Mais la douleur peut survenir plusieurs semaines ou plusieurs années après. La fréquence maximale de cette atteinte est retrouvée dans les suites de cure de hernie inguinale.

Traitement

Les infiltrations sont à proposer en première intention.
Le nerf ilio-hypogastrique s'infiltre au croisement de la crête iliaque. L'efficacité se juge par la disparition de la douleur spontanée et de la douleur déclenchée par la pression sur le grand trochanter.
Le traitement chirurgical, visant à explorer/décomprimer le nerf, est réservé aux formes rebelles.
L'orchidectomie préconisée par certains est à déconseiller, n'apportant un soulagement partiel que dans 20 % des cas et des douleurs de « testicule fantôme » bien plus fréquemment. La dénervation du cordon spermatique apporte un soulagement dans 75 % des cas dans les séries publiées.
Le nerf ilio-inguinal est le plus fréquemment atteint des deux. Il y a souvent une longue inertie entre l'apparition des symptômes et la prise en charge qui reste difficile (1 à 4 ans dans la littérature).

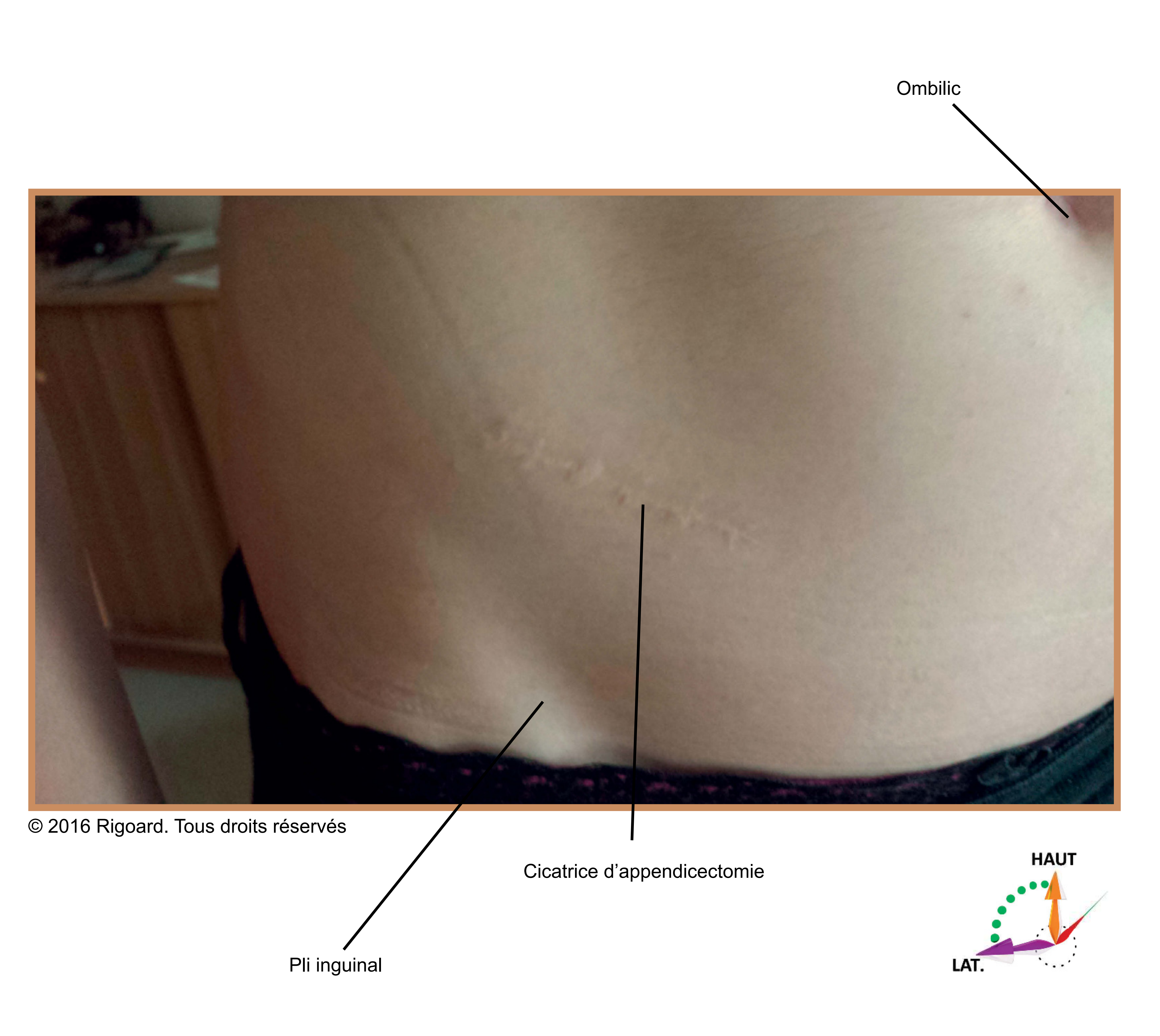


Figure I5. Patiente présentant un syndrome canalaire ilio-inguinal lié à une complication d'appendicectomie

Bibliographie

1. BONNIOT, A. Anatomie du plexus lombaire chez l'homme. Paris : Gaston Doin ; 1922

2. BARDEEN, C., ETLING, A. A statistical study of the variations in the formation and position of the lumbo-sacral plexus in man. Anat Anz 1901, 124-128, p. 209-232.

Références

BOUCHE, P., SÉROR, R., PSIMARAS, D. *et al.* Neuropathies compressives du nerf ulnaire au poignet (et dans la main) et du nerf fibulaire commun. Données récentes. Revue Neurologique, 2008, vol. 164, n° 12, p. 1073-1076.

CALDWELL, S. G., HURWITZ, E. L., et ADAMS, A. Piriformis syndrome: an annotated bibliography. The Journal of the Canadian Chiropractic Association, 1999, vol. 43, n° 3, p. 176.

CHEVROT.A. Imagerie clinique du pied : Syndrome du canal tarsien : chap. 20, p. 266-278 ; Syndrome de Morton : chap. 21, p. 279-286, Masson, Paris, 1997.

CIRAK, B., GÛVEN, M. B., TOSUN, N. Tarsal Tunnel Syndrome: Report of Two cases with atypical etiology. Turkish Neurosurgery, 2000, vol. 10, n° 3/4, p. 131-134.

ESLING, F., MARTIN, J. M., PY, E. *et al.* Le nevrome de Morton : Résultats du traitement chirurgical par neurectomie, à propos de 36 cas revus. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2002, vol. 1, n° 1, p. 13-16.

FERNANDEZ, E., PALLINI, R., LAURETTI, L. *et al.* Neurosurgery of the peripheral nervous system: entrapment syndromes of the lower extremity. Surgical neurology, 1999, vol. 52, n° 5, p. 449-452.

FILLER, A. G., HAYNES, J., JORDAN, S. E. *et al.* Sciatica of nondisc origin and piriformis syndrome: diagnosis by magnetic resonance neurography and interventional magnetic resonance imaging with outcome study of resulting treatment. Journal of Neurosurgery: Spine, 2005, vol. 2, n° 2, p. 99-115.

FISHMAN, L. M., DOMBI, G. W., MICHAELSEN, C. *et al.* Piriformis syndrome: Diagnosis, treatment, and outcome [mdash] a 10-year study. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2002, vol. 83, n° 3, p. 295-301.

GOUSSARD, J. C. Fausses douleurs sciatiques et muscle pyramidal du bassin. EMC-Instantanés médicaux, 1993, vol. 1, p. 31-34.

GUILLON, P., CARCOPINO, J. M., MARIE, L. *et al.* Le syndrome du tunnel tarsien: diagnostic, étiologies et traitement. Maitrise Orthopédique, 2001, vol. 100.

HUGHES, R. J., ALI, K., JONES, H. *et al.* Treatment of Morton's neuroma with alcohol injection under sonographic guidance: follow-up of 101 cases. American Journal of Roentgenology, 2007, vol. 188, n° 6, p. 1535-1539.

HUMPHREYS, D. B., NOVAK, C. B., MACKINNON, S. E. Patient outcome after common peroneal nerve decompression. 2007.

JOSHI, S. S., JOSHI, S. D., ATHAVALE, S. A. Anatomy of tarsal tunnel and its applied significance. J Anat Soc India, 2006, vol. 55, n° 1, p. 52-56.

JROUNDI, L., EL QUESSAR, A., CHAKIR, N. *et al.* Le syndrome du muscle pyramidal: Une cause rare de sciatique non discale : À propos d'une observation. Journal de radiologie, 2003, vol. 84, n° 6, p. 715-717.

KIM.D.H, MUROVIC.J.A, TIEL.R.L, KLINE.D.G. Surgical management of 33 ilio-inguinal and ilio-hypogastric neuralgias at Louisiana State University Health Sciences Center. Neurosurgery, 2005, vol. 56, p. 1013-1020.

KIM, D. H., KLINE, D. G. Management and results of peroneal nerve lesions. Neurosurgery, 1996, vol. 39, n° 2, p. 312-320.

KOGA, TAKAMASA et MATSUZAKI, AKIO. Surgical Treatment of Tarsal Tunnel Syndrome. Orthopedics & Traumatology, 2004, vol. 53, n° 2, p. 441-444.

LABAT, J.-J., ROBERT, R., RIANT, T. *et al.* Les sciatiques de la fesse. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, n° 4, p. 459-462.

LÄDERMANN, A., CERONI, D., MAGISTRIS, M. *et al.* Lésions du nerf sciatique en chirurgie de la hanche. Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur, 2005, vol. 91, n° 7, p. 637-641.

LAPIERRE, F., BUFFENOIR, K., GIOT, J.-P. *et al.* Les principaux syndromes canalaires. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, n° 4, p. 393-412.

MANSAT, M. Syndromes canalaires et des défilés. Enc. Med. Chir. Paris, 1986, vol. 15005, p. A10-A11.

M'BAPPÉ, P. Complications neurologiques de la grossesse (sciatique exclue). Revue du rhumatisme, 2005, vol. 72, n° 8, p. 719-724.

MILANTS, C., LEMPEREUR, S., DUBUISSON, A. Neuropathie bilatérale du nerf fibulaire commun après chirurgie bariatrique. Neurochirurgie, 2012.

MITTEAU, M, STEIB, JP, TRENSZ, T, LECULÉE, F, KEHR, P, LANG, G. La section du ligament inter-métatarsien dans la maladie de Morton. European Journal of orhopaedic and traumatology surgery, vol 1, n°. 2, p. 95-97, 2002.

MÖLLER, T. B., REIF E. Atlas de poche d'anatomie en coupes sériées, TDM-IRM. Tome 1 : Tête et cou. 3e ed. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 2008.

MÖLLER, T. B., REIF E. Atlas de poche d'anatomie en coupes sériées, TDM-IRM. Tome 3 : Appareil locomoteur. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 2008.

MUMENTHALER, M. Peripheral nerve lesions: diagnosis and therapy. G. Thieme, 1991.

NATELSON, S. E. Surgical correction of proximal femoral nerve entrapment. Surgical neurology, 1997, vol. 48, n° 4, p. 326-329.

NOTERMAN, J. La pathologie chirurgicale du nerf périphérique, Acta chirurgica Belgica, 1975, p. 1-192.

NOURAIEV, R, ANAND, B, SPINK, G, O'NEILL, K.S. A novel approach to the diagnosis and management of meralgia hyperesthesia. Neurosurgery, 2007, vol. 60, p. 696-700.

PELIER-CADY, M. C., SAINT-CAST, Y., SAINT-CAST, C. *et al.* Syndrome du nerf tibial piégé dans la fosse poplitée. Journal de traumatologie du sport, 2004, vol. 21, n° 2, p. 116-119.

RIGOARD, P., BUFFENOIR-BILLET, K., GIOT, J.-P. *et al.* Bases anatomiques des voies d'abord chirurgicales des nerfs du membre inférieur : à l'usage des jeunes neurochirurgiens. Neurochirurgie, 2009, vol. 55, n° 4, p. 375-383.

SCHMITT, C., COTTON, F., GONNAUD, M.-P. *et al.* Paralysie sciatique transitoire après embolisation de l'artère utérine. Gynécologie Obstétrique et Fertilité, 2009, vol. 37, n° 1, p. 70-73.

UZENOT, D., CANTINIAUX, S., POUGET, J. Syndromes canalaires entre « hanches » et « pieds ». Revue du rhumatisme, 2007, vol. 74, n° 4, p. 401-408.

VOLPE, A., TOGNON, S., FASSINA, A. Morton's syndrome: surgical strategies according to the digital nerve pathology. Foot and ankle surgery, 1998, vol. 4, n° 3, p. 129-137.

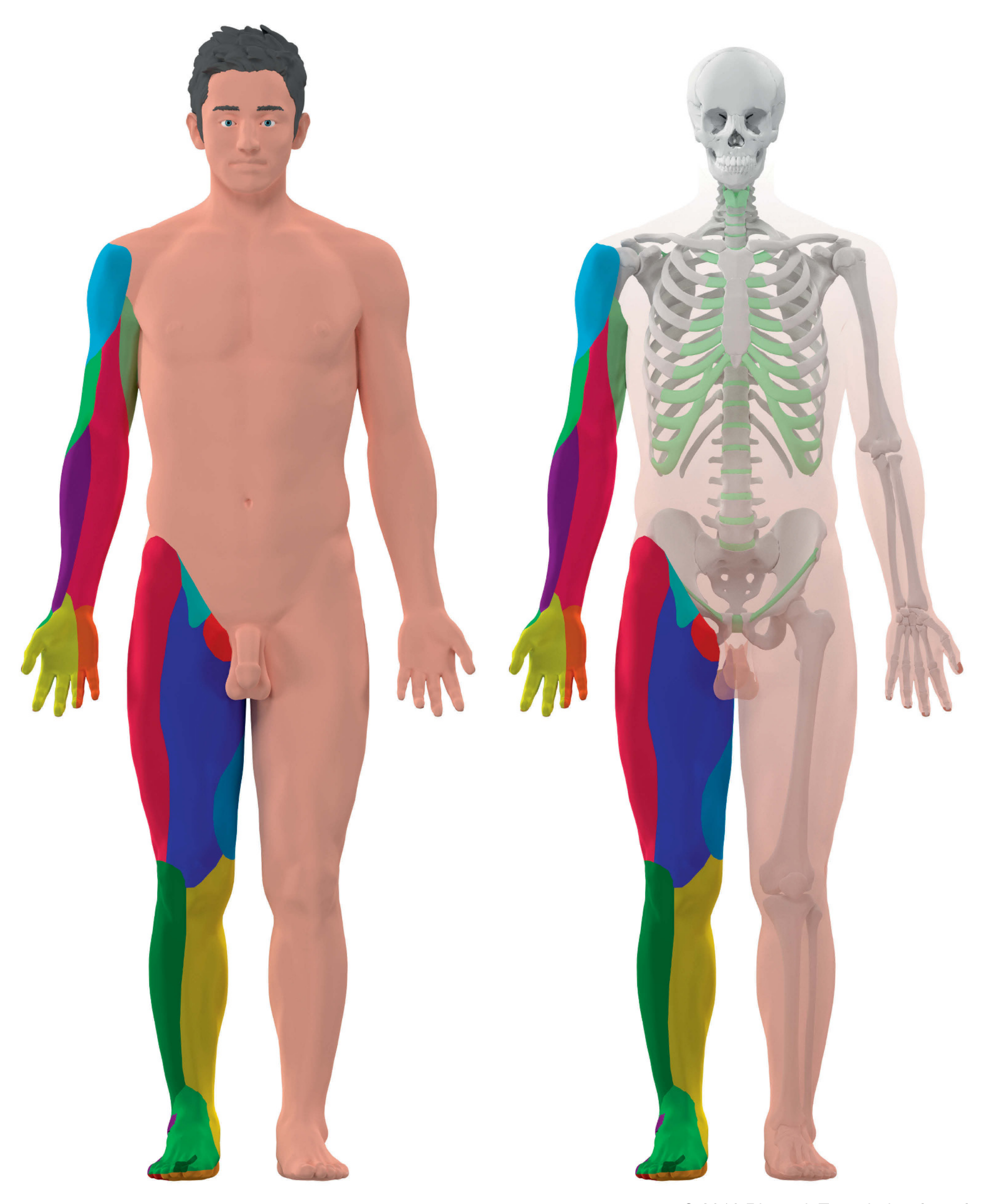


Figure VG1. Vues générales



Figure VG2. Vues générales

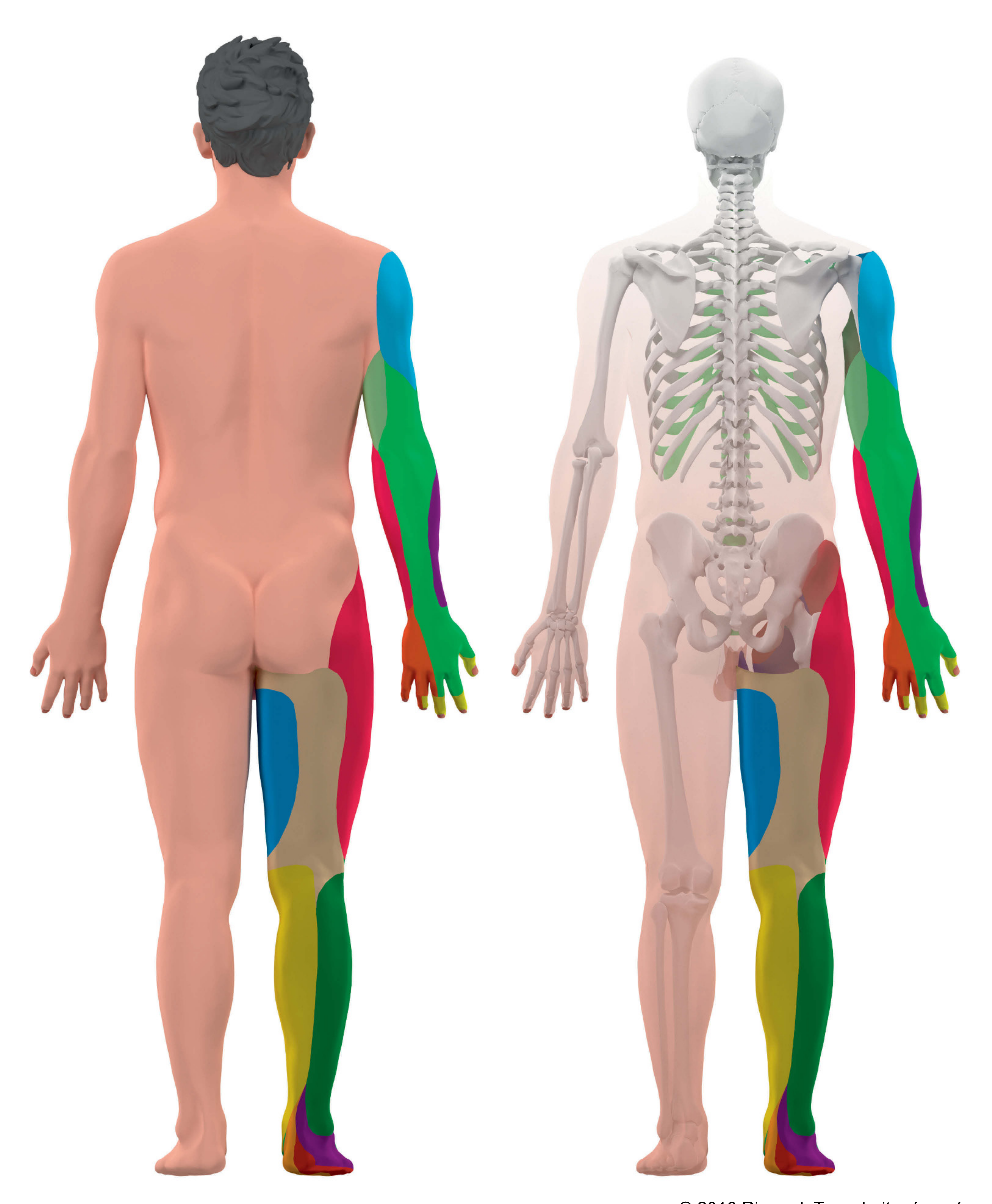


Figure VG3. Vues générales

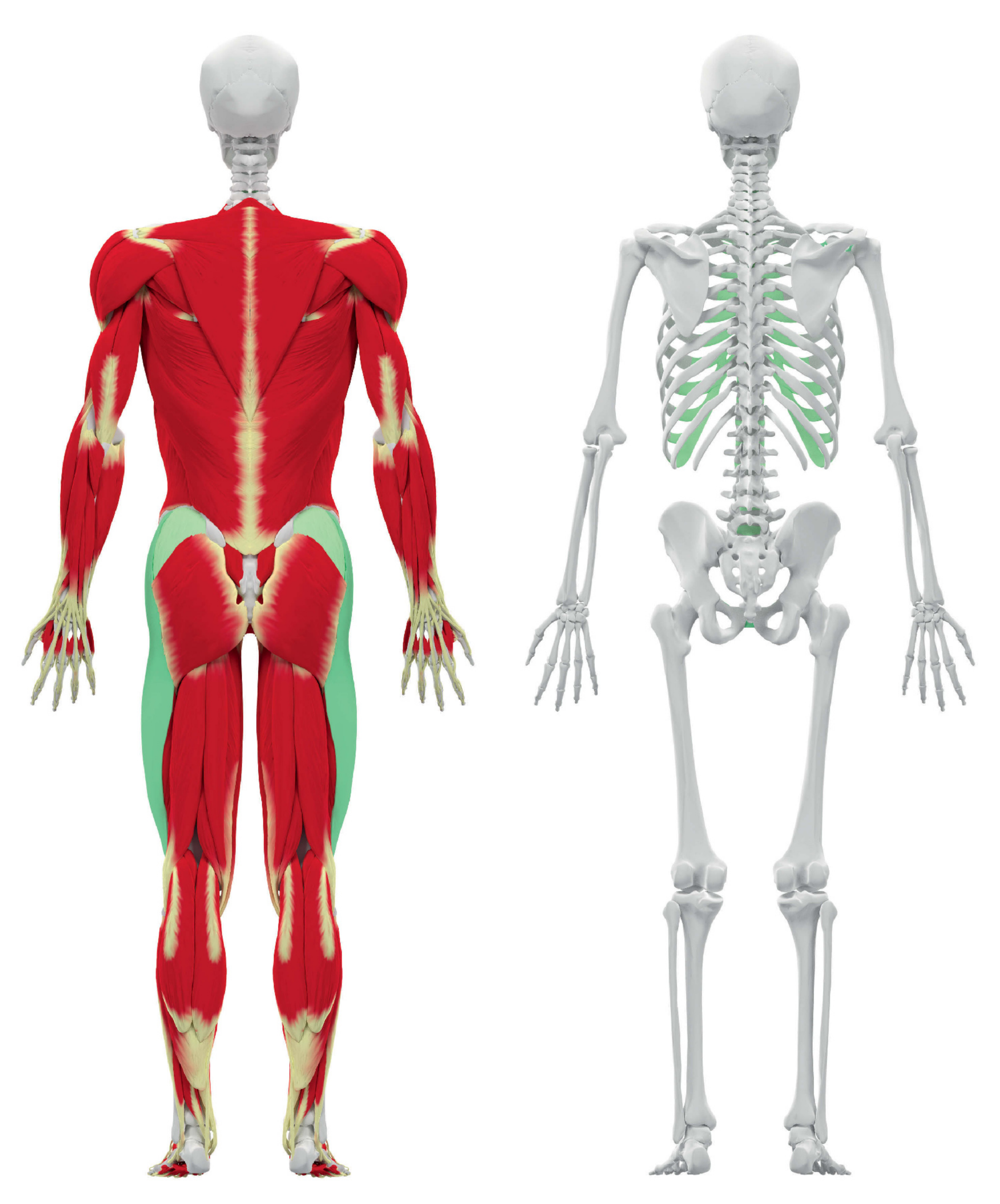


Figure VG4. Vues générales

TABLE DES COMPLÉMENTS EN LIGNE

Vidéo 33

Nerf ulnaire : branches terminales

Vidéo 34

Nerf ulnaire : fonction motrice

Vidéo 35

Nerf ulnaire : fonction sensitive

Vidéo 36

Nerf supra-scapulaire : origine

Vidéo 37

Nerf supra-scapulaire : trajet

Vidéo 38

Nerf supra-scapulaire : rapport vasculo-nerveux

Vidéo 39

Nerf supra-scapulaire : branches collatérales

Vidéo 40

Nerf supra-scapulaire : branches terminales

Vidéo 41

Nerf supra-scapulaire : fonction motrice

Vidéo 42

Nerf thoracique long : origine

Vidéo 43

Nerf thoracique long : trajet

Vidéo 44

Nerf thoracique long : rapport vasculo-nerveux

Vidéo 45

Nerf thoracique long : branches terminales

Vidéo 46

Nerf thoracique long : fonction motrice

Vidéo 47

Nerf obturateur : origine

Vidéo 48

Nerf obturateur : trajet

Vidéo 49

Nerf obturateur : rapport vasculo-nerveux

Vidéo 50

Nerf obturateur : branches collatérales

Vidéo 51

Nerf obturateur : branches terminales

Vidéo 52

Nerf obturateur : fonction motrice

Vidéo 53

Nerf obturateur : fonction sensitive

Vidéo 54

Nerf fémoral : origine

Vidéo 55

Nerf fémoral : trajet

Vidéo 56

Nerf fémoral : rapport vasculo-nerveux

Vidéo 57

Nerf fémoral : branches collatérales

Vidéo 58

Nerf fémoral : branches terminales

Vidéo 59

Nerf fémoral : fonction motrice

Vidéo 60

Nerf fémoral : fonction sensitive

Vidéo 61

Nerf sciatique : origine

Vidéo 62

Nerf sciatique : trajet

Vidéo 63

Nerf sciatique : rapport vasculo-nerveux

Vidéo 64

Nerf sciatique : branches collatérales

Vidéo 65

Nerf sciatique : branches terminales

Vidéo 66

Nerf sciatique : fonction motrice

Vidéo 67

Nerf sciatique : fonction sensitive

Vidéo 68

Nerf tibial : origine

Vidéo 69

Nerf tibial: trajet

Vidéo 70

Nerf tibial: rapport vasculo-nerveux

Vidéo 71

Nerf tibial: branches collatérales

Vidéo 72

Nerf tibial: branches terminales

Vidéo 73

Nerf tibial: fonction motrice

Vidéo 74

Nerf tibial: fonction sensitive

Vidéo 75

Nerf fibulaire : origine

Vidéo 76

Nerf fibulaire : trajet

Vidéo 77

Nerf fibulaire : rapport vasculo-nerveux

Vidéo 78

Nerf fibulaire : branches collatérales

Vidéo 79

Nerf fibulaire : branches terminales

Vidéo 80

Nerf fibulaire : fonction motrice

Vidéo 81

Nerf fibulaire : fonction sensitive

Vidéo 82

Nerf cutané latéral : origine

Vidéo 83

Nerf cutané latéral : trajet

Vidéo 84

Nerf cutané latéral : rapport vasculo-nerveux

Vidéo 85

Nerf cutané latéral : branches terminales

Vidéo 86

Nerf cutané latéral : fonction sensitive

Vidéo 87

Nerfs ilio-hypogastrique et ilio-inguinal : origine

Vidéo 88

Nerfs ilio-hypogastrique et ilio-inguinal : trajet

Vidéo 89

Nerfs ilio-hypogastrique et ilio-inguinal : fonction sensitive

INDEX

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

474244 – (I) – (2,5) – Silk 115

Elsevier Masson S.A.S - 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux Cedex
Dépôt Légal : mai 2016

Composition : Nord Compo

Imprimé en Italie par Printer Trento

Connectez-vous à l'adresse internet
http://www.em-consulte.com/e-complement/474244

Loguez-vous ou créez votre compte EM-consulte et laissez-vous guider

pour obtenir votre ebook

▼ Cliquez sur **ebook** > **mode d'emploi**, et suivez les 3 étapes pas à pas :

1. Créez votre compte sur le **site VitalSource**
2. Activez votre ebook à l'aide du code PIN masqué ci-dessous, après l'avoir gratté délicatement
3. Accédez à votre ebook :
   - soit en ligne (connecté à internet)
   - soit hors-ligne (sans connexion) après téléchargement sur votre PC/MAC/tablette/smartphone

pour accéder aux compléments en ligne

▼ **89** vidéos 3D

Mentions importantes

– L'ebook et les compléments sont inclus dans le prix de vente de l'ouvrage.
– Un code d'accès ne peut être associé qu'à un seul compte EM-consulte.
– Cet exemplaire ne peut être ni vendu, ni retourné, ni échangé si ce code est découvert.